

AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT VƏ SƏNAYE UNİVERSİTETİ

E.X. İSKƏNDƏROV

**NEFT VƏ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN
TİKİNTİSİ VƏ QURAŞDIRILMASI
TEXNOLOGİYALARI**

(DƏRSLİK)

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye
Universitetinin 01-I/18 sayılı, 07 iyul
2022-ci il tarixli əmri ilə qıf verilmişdir*

Bakı – 2022

UOT 622.235; 622.276; 622.692

Rəyçilər:

Q.İ Calalov
*AMEA-nın müxbir üzvü,
t.e.d., professor*
Q.Q İsmayılov
t.e.d., professor

E.X.İskəndərov. “Neft və qaz kəmərlərinin tikintisi və quraşdırılması texnologiyaları”. Dərslik. Bakı: Elm, 2022, – 416 səh.

Korrektor: **K.Ə.Həsənli – Azİİ e-Kitab Evi**

ISBN 978-9952-556-24-7

Dərslikdə neftin və qazın nəql arteriyalarının – magistral boru kəmərlərinin qısa tarixi və inkişafının əsas mərhələləri təsvir edilmiş, boru kəmərlərinin təsnifatı, tərkib hissələri və əsas parametrləri barədə məlumatlar verilmişdir. Müxtəlif şəraitlərdə boru kəmərlərinin tikinti texnologiyaları işıqlandırılmış, tikintinin bütün texnoloji prosesləri nəzərdən keçirilmiş, həmçinin boru kəmərlərinin təbii və süni maneələrdən keçidlərinin, dəniz boru kəmərlərinin və polietilen boru kəmərlərinin tikinti üsulları və ətraf mühitin mühafizəsi üzrə yerinə yetirilən tədbirlər barədə geniş məlumat verilmişdir.

Kitab “İnşaat mühəndisliyi”, “Logistika və nəqliyyat texnologiyaları mühəndisliyi”, “Neft-qaz mühəndisliyi” və “Neft-qaz qurğuları mühəndisliyi” ixtisasları üzrə bakalavriat pilləsində təhsil alan tələbələr, magistrantlar, habelə neft-qaz kəmərlərinin və obyektlərinin tikintisi sahəsində çalışan tədqiqatçılar və mütəxəssislər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Dərslik Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin qərarı ilə nəşrə tövsiyə edilmişdir.

655 (07) – 2022

© Elman İskəndərov, 2022

MÜNDƏRİCAT

Ön söz	10
Giriş	12
Boru kəmərlərinin tikintisinin inkişaf mərhələləri və tarixi	12
Azərbaycanın əsas ixrac neft kəmərləri	17
Azərbaycanın ixrac qaz kəmərləri	19
Boru kəmərlərinin tikintisinin xronologiyası	23
Kitabın strukturu haqqında qısa məlumat	27

I fəsil. Neftin, qazın boru kəmərləri ilə nəqli haqqında ümumi məlumat	29
1.1. Boru kəmərlərinin təyinatı və təsnifatı	31
1.2. Magistral neft kəmərinin əsas tikililəri və tərkib hissələri	38
1.3. Magistral qaz kəmərlərinin əsas tikililəri və tərkib hissələri	46
1.4. Maye qazların boru kəmərləri ilə nəqlinin özəl xüsusiyyətləri	59
1.4.1. Kriogen boru kəmərləri	61

II fəsil. Magistral neft və qaz kəmərlərinin konstruktiv həlləri və əsas parametrləri	65
2.1. Magistral neft və qaz kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri	65
2.2. Magistral boru kəmərlərinin trası	75
2.2.1. Boru kəmərinin trasının seçilməsi üçün əsas tələblər	77
2.2.2. Optimal trasın seçilməsi	78
2.3. Magistral boru kəmərlərinin əsas parametrləri	84
2.3.1. Polad boruların istehsal üsulları və istifadəsi	85
2.3.2. Boruların sortamenti və boru prokatının təsnifatı	89
2.3.2.1. Boruların en kəşik forması və profili	89
2.3.2.2. Boruların sinifləri	89
2.3.2.3. Boruların xarakteristikaları	91
2.3.2.4. Maksimal və minimal işçi temperaturları	92
2.4. Boru kəmərlərinin detalları	92

2.4.1. Boru kəmərlərinin əymələri (dirsəklər).....	92
2.4.2. Boru kəmərlərinin şaxələndirilməsi üçün detallar.....	95
2.4.3. Boru kəmərlərinin keçid detalları.....	97
2.4.4. Boru kəmərlərinin flənsləri və tıxacları.....	98
2.5. Neft və qaz kəmərləri üçün armaturlar	100
2.5.1. Armaturların təsnifatı	102
2.5.2. Bağlayıcı armaturlar	103
2.5.2.1. Siyirtmələr.....	104
2.5.2.2. Ventillər	106
2.5.2.3. Kranlar	106
2.5.3. Boru kəmərinə armaturların yerləşdirilməsi.....	107
2.6. Boruların birləşmələri.....	108
2.6.1. Qaynaq birləşmələri	109
2.6.2. Fləns birləşmələri	110
2.6.3. Ştuser birləşmələri.....	112
2.6.4. Mufta (yiv) birləşmələri	112
2.6.5. Araqatlar.....	113
2.7. Boru kəmərlərinin istilikdən genişlənməsinin kompensasiyası.....	114
2.7.1. Kompensatorlar	116
2.8. Boru kəmərlərinin dayaqları.....	119
2.9. Boru kəmərinin möhkəmliyə hesablanması	124
2.10. Boru kəmərlərinin buraxma (ötürücülük) qabiliyyəti.....	128
2.11. Magistral boru kəmərlərinin metal tutumu və onların tikintisinə kapital qoyuluşu	129

III Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin layihələndirilməsi

və onların tikintisinin təşkili.....	132
3.1. Magistral boru kəmərinin layihələndirilməsi haqqında əsas məlumatlar	132
3.1.1. Texniki-iqtisadi əsaslandırma.....	133
3.1.2. Layihə tapşırığı.....	133
3.1.3. Texniki-işçi layihə.....	134
3.1.4. Tikintinin təşkili layihəsi.....	135
3.2. Boru kəmərlərinin tikintisinin təşkil edilməsi	137
3.2.1. Bəzi anlayış və terminlər.....	137
3.2.2. Magistral boru kəmərləri tikintisinin axın (kompleks) üsulu.....	139

3.2.3. Seysmik ərazilərdə boru kəmərlərinin çəkilməsi	143
3.3. Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin nəqliyyat sxemi.....	145
3.4. Tikintidə layihə-axtarış işlərinin təşkilinin əsasları və onların icrasına nəzarət edilməsi	148
3.4.1. Layihə-axtarış işlərinin təşkilati-hüquqi əsasları.....	148
3.4.2. Layihə-smeta sənədləri.....	148
3.4.3. Əsaslı tikinti obyektləri	148
3.5. Tikinti-investisiya prosesinin əsas mərhələləri.....	151
3.5.1. I mərhələ.....	151
3.5.2. II mərhələ	152
3.6. Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin davamətmə müddəti	152
IV Fəsil. Boru kəmərlərinin tikilməsi üçün hazırlıq işləri	154
4.1. Tikinti zolağı və onun parametrləri	154
4.2. Hazırlıq işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları.....	158
V Fəsil. Boru kəmərlərinin tikintisi zamanı yükləmə-boşaltma və nəqliyyat işləri	164
VI Fəsil. Boru kəmərlərinin tikintisində torpaq işləri	169
6.1. Torpaq tikililərin parametrləri	169
6.2. Torpaq işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları	177
6.2.1. Normal şəraitdə və donmuş qruntlarda xəndəyin qazılması.....	177
6.2.2. Bataqlıq və sulaşmış ərazilərdə xəndəyin qazılması	182
6.2.3. Dağ şəraitində torpaq işləri.....	185
6.2.4. Səhra şəraitində və suvarılan torpaqlarda torpaq işləri.....	192
6.3. Xəndəyin əks doldurulması və torpağın rekultivasiyası.....	193
VII Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin tikilməsində qaynaq-quraşdırma işləri	195
7.1. Qaynaq işlərinin tarixi haqqında qısa məlumat	195
7.2. Boru kəmərlərinin çəkilişi zamanı qaynaq işlərinə qoyulan tələblər	198

7.3. Qaynaq işlərinin görülməsinə hazırlıq və qaynaq işinin təşkili	201
7.4. Boru kəmərlərinin qaynaq edilməsi üsulları.....	204
7.5. Qaynaq-quraşdırma işlərinin texnologiyaları	214
7.6. Qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarət.....	232
7.6.1. Maqnetoqrafik üsul	234
7.6.2. Ultrasəs üsulu	235
7.6.3. Radioqrafik üsul	236
VIII Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı izolyasiya-borudüzmə (döşəmə) işləri.....	237
8.1. Boru kəmərlərinin mühafizə örtükləri və onların konstruksiyaları	238
8.2. İzolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları.....	244
8.2.1. Normal şəraitlərdə izolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları.....	245
8.2.2. Dağ şəraitində izolyasiya – borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi.....	252
8.2.3. Bataqlıq şəraitində izolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi.....	256
8.3. Zavod şəraitində izolyasiya edilmiş borulardan boru kəmərlərinin quraşdırılması və xəndəyə düzülməsi	261
8.4. İzolyasiya-borudüzmə işlərinin keyfiyyətinə nəzarət.....	264
IX Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin təbii və süni maneələrdən keçidləri.....	270
9.1. Magistral boru kəmərlərinin keçidlərinin təsnifatı və tərkib hissələri.....	270
9.1.1. Boru kəmərlərinin yeraltı keçidləri	271
9.1.2. Boru kəmərlərinin yerüstü keçidləri.....	274
9.1.3. Magistral boru kəmərlərinin sualtı keçidləri	279
9.2. Magistral boru kəmərlərinin xəndəksiz (qapalı) keçidlərinin hazırlanması texnologiyaları	281
9.2.1. Dəlib keçmə üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin hazırlanması	285
9.2.2. Sıxışdırma üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin hazırlanması	289

9.2.3. Horizontal qazıma üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin hazırlanması	291
9.3. Boru kəmərlərinin su hövzələrindən keçidlərinin hazırlanması texnologiyaları	294
9.4. Boru kəmərlərinin tunellərdə çəkilməsi	301
X Fəsil. Sualtı neft və qaz kəmərlərinin tikilməsi	306
10.1. Sualtı boru kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri	307
10.1.1. Basdırılmış boru kəməri	307
10.1.2. Boru kəmərlərinin basdırılmadan çəkilməsi.....	309
10.1.3. Asılı boru kəməri.....	311
10.2. Dəniz boru kəmərlərinin çəkiliş texnologiyaları	312
10.2.1. Dİblə dartılma üsulu	315
10.2.2. Su səthindən dalma üsulu.....	317
10.2.3. Horizontal istiqamətlənmiş qazıma üsulu	319
10.3. Dəniz boru kəmərlərinin tikintisi üçün borudüzən gəmilər.....	321
10.4. Sualtı qaynaq	326
10.4.1. Sualtı qaynağın növləri.....	327
10.4.2. Örtüklü elektrodlarla sualtı qaynaq	330
10.4.3. Sualtı qaynağın özəllikləri.....	332
XI Fəsil. Polietilen borulardan boru kəmərlərinin tikilməsi	334
11.1. Polietilen borular və onların əsas xüsusiyyətləri	334
11.2. Polietilen boru kəmərlərinin fason hissələri	336
11.3. Polietilen borulardan boru kəmərlərinin layihələndirilməsi	337
11.3.1. PE boru kəmərlərinin təsnifatı.....	337
11.3.2. Boruların seçilməsində və PE boru kəmərlərinin hesablamasında tətbiq edilən MRS və SDR anlayışları.....	338
11.3.3. PE boruların minimal əyilmə radiusu.....	340
11.4. Polietilen boru kəmərlərinin tikinti-quraşdırma işləri	342
11.4.1. Qaz kəmərlərinin tikilməsi üçün polietilen borular	342
11.4.2. Polietilen boruların daşınması və saxlanması	346
11.4.3. Polietilen boru kəmərlərinin xəndəyə düzülməsi	348
11.4.3.1. Torpaq işləri	350

11.4.3.2. Xəndəyin profili	350
11.4.3.3. Xəndəyin dibi.....	350
11.4.3.4. Boru kəməri üçün əsasın hazırlanması.....	351
11.4.3.5. Boru kəmərinin torpaqla örtülməsi	352
11.4.3.6. Boru kəmərinin xəndəyinin əks doldurulması.....	352
11.6. Polietilen boru kəmərlərinin xəndəksiz çəkilmə texnologiyaları.....	354
11.6.1. Polietilen boru kəmərlərinin qruntda horizontal-istiqamətlənmiş qazıma üsulu ilə tikilməsi	354
11.7. Polietilen boruların birləşdirilməsi üsulları	356
11.7.1. Qaynaq işlərinin təşkil edilməsi	356
11.7.2. Birləşmələrə qoyulan tələblər.....	357
11.7.3. Polietilen boruların qaynaq birləşmələrinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları.....	359
11.7.4. Uc-uca qaynaq: əməliyyatın yerinə yetirilməsi qaydası.....	361
11.8. Polietilen boruların və birləşdirici detalların qaynağının keyfiyyətinə nəzarət.....	367
11.9. Polietilen boru kəmərlərinin sınağı	370
XII Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi və sınağı	372
12.1. Magistral boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi.....	372
12.2. Magistral boru kəmərlərinin möhkəmliyə və kipliyyə sınaqması	377
12.2.1. Hidravlik sınaq	378
12.2.2. Pnevmatik sınaq	379
12.2.3. Kombinə edilmiş sınaq üsulu	381
XIII Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsi.....	382
13.1. Metalların korroziyası haqqında qısa məlumat	382
13.1.1. Korroziya ilə passiv mübarizə üsulu	384
13.1.2. Korroziya ilə aktiv mübarizə üsulu	385
13.2. Metalların korroziyasına qarşı inhibitorlar	386
13.3. Magistral boru kəmərlərinin katod mühafizəsi.....	386

13.3.1. Boru kəmərlərinin katod mühafizəsinin əsas parametrlərinin hesablanması.....	389
13.4. Magistral boru kəmərlərinin protektor mühafizəsi.....	391
13.5. Magistral boru kəmərlərinin azmış cərəyanlardan mühafizəsi	393
XIV Fəsil. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi.....	397
14.1. Magistral boru kəmərlərinin tikilməsinin ətraf mühitə təsiri.....	397
14.2. Boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi üzrə qoyulan əsas tələblər	401
14.3. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi üzrə əsas tədbirlər.....	404
14.4. Sualtı boru kəmərlərinin tikintisində ətraf mühitin mühafizəsi	406
Ədəbiyyat siyahısı	409

Ön söz

Texnika üzrə elmlər doktoru E.X.İskəndərovun oxuculara təqdim etdiyi “Neft və qaz kəmərlərinin tikintisi və quraşdırılması texnologiyaları” adlı dərslik neft və qaz profilli ixtisaslar üzrə bakalavr və magistratura pillələrində təhsil alan tələbələr üçün Azərbaycan dilində yazılmış ilk tədris vəsaitidir.

Kitab, əsasən neft və qaz kəmərlərinin çəkiliş və tikinti-quraşdırma texnologiyaları ilə bağlı məsələlərə həsr olunsa da, burada, həmçinin neft bumları və karbohidrogenlərin boru kəmərləri ilə nəqli ilə bağlı xronologiya, kəmərlərin çəkilişi, tikinti-quraşdırılması üzrə maraqlı tarixli faktlar da öz əksini tapmışdır.

Kitabda neftin, qazın və neft məhsullarının nəql üsulları, boru kəmərləri ilə nəqlin üstün cəhətləri və neft-qaz kəmərlərinin tikintisində yerinə yetirilən texnoloji proseslər, inşaat texnologiyaları geniş işıqlandırılmışdır. Müxtəlif təbii-iqlim və coğrafi-relyef şəraitlərində neft və qaz kəmərlərinin tikintisinin texnoloji prosesləri və beynəlxalq təcrübədə uğurla tətbiq edilən inşaat texnologiyaları barədə məlumatlar kitabda ətraflı şəkildə şərh edilmişdir.

Dərslikdə boru kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri və tərkib hissələri, onların layihə-axtarış işləri və tikintisində qaynaq-quraşdırma, izolyasiya, borudüzmə işləri, təbii və süni maneələrdən keçid texnologiyaları, sualtı neft və qaz kəmərlərinin çəkiliş üsulları, kəmərlərin təmizlənməsi, sınağı və korroziyadan mühafizəsi üsulları kimi məsələlər tələbələrin başa düşəcəyi tərzdə lokanik olaraq şərh edilmişdir.

Qeyd olunan materialların şərh və izahı zamanı, Azərbaycanın bir sıra regionlarında, həmçinin Bakıda və Abşeron yarımadasında bir sıra texnoloji və magistral neft və qaz kəmərlərinin çəkilişi və tikinti-quraşdırılması işlərinə bilavasitə rəhbərlik etmiş və qazlaşdırılma proqramları çərçivəsində yerinə yetirilən

işlərin iştirakçısı olmuş müəllifin müasir şəraitdə çəkiliş texnologiyaları problemlərinin həlli üçün olan yanaşmaları da nəzərə alması kitabı daha maraqlı və oxunaqlı edir.

Kitab “İnşaat mühəndisliyi”, “Neft-qaz qurğuları mühəndisliyi”, “Logistika və nəqliyyat texnologiyaları mühəndisliyi” və “Neft-qaz mühəndisliyi” ixtisasları üzrə bakalavr pilləsində təhsil alan tələbələr, habelə magistrantlar və neft-qaz kəmərlərinin və obyektlərinin tikintisi və istismarı sahəsində çalışan tədqiqatçılar və mütəxəssislər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

***Qafar İsmayılov,
texnika üzrə elmlər doktoru,
professor, Azərbaycan Respublikasının
əməkdar mühəndisi***

GİRİŞ

Boru kəmərlərinin tikintisinin inkişaf mərhələləri və tarixi

İnsanlar hələ neft olmayan zamanlarda da gündəlik həyatlarında boru və boru kəmərlərindən istifadə edirdilər. Məsələn, beşinci minillikdə çinlilər düyü sahələrinə suyu bambuk borularda nəql edirdilər. Qədim Misirdə dərin quyulardan hasil edilən su ağac, mis və qurğuşun borularla nəql edilirdi. Eramızdan 3000 il əvvəl mis borular meydana çıxdılar. Qədim Romada içməli suyun verilməsi və ictimai hamamların su təchizatı üçün qurğuşun borulardan istifadə olunurdu. Arxeoloqlar müəyyən etmişlər ki, b.e.dan altı min il əvvəl Fərat çayı sahillərində neft mədənləri fəaliyyət göstərmişdir. Neftin çayla daşınması üçün isə dəri tuluqlardan, boçkalardan istifadə olunmuşdur.

Yaxın Şərqlə Rusiyadan sonra karbohidrogen ehtiyatlarına görə özünəməxsus yerə malik olan Azərbaycan da dünyanın diqqətini cəlb etmişdir. Hələ b.e.ə. VII-VIII əsrlərdə ölkəmizdə neft çıxarılması, ondan məişətdə müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunması, dayaz quyulardan çıxarılan neftin dəri tuluqlarda dövələrlə İrana, İraqa və Hindistana daşınması haqqında ilkin məlumatlar mövcuddur. X-XII əsrlərdə Azərbaycana səyahət etmiş tacirlər, səyyahlar öz xatirələrində Abşeron yarımadasında yerdən çıxan neft və qazdan yaranan məşəllərdən bəhs etmişlər. Azərbaycanda əhəmiyyətli dərəcədə neft hasilatı və sahibkarlığına 1871-ci ildən sonra başlanılmışdır. 1872-1873-cü illərdə ilk dəfə olaraq Bibiheybət, sonra Balaxanı yataqlarında mexaniki üsulla qazılmış quyulardan sənaye əhəmiyyətli neft alınmış, Xəzər dənizində əldə edilən neft taxta barjlardan istifadə olunmaqla nəql edilmişdir.

XI əsrdə Rusiyada Volxov çayından suyu Novqorod şəhərinə ötürmək üçün ağacdan daxili diametri 140 mm, xarici diametri isə 300 mm olan su kəməri quraşdırılmışdı. XVII əsrdə Londonda ağacdan quraşdırılmış su kəməri 200 il fəaliyyət göstərmişdir.

Dünya inkişafının sonrakı mərhələlərində boruların hazırlanması üçün çuqun, metal, asbest-sement və nəhayət plastmasdan istifadə olunmağa başlandı. Boru kəməri dedikdə, ayrı-ayrı boruların bir-biri ilə birləşərək əmələ gətirdiyi müxtəlif uzunluqlu qurğular başa düşülür.

Beləliklə, karbohidrogenləri (neft, qaz, neft məhsulları) nəql edən boru kəmərlərinin meydana çıxmasından xeyli əvvəl bəşəriyyət gündəlik tələbatlarını ödəmək məqsədi ilə müxtəlif boru kəmərlərindən istifadə etmişdir. Neft tapıldıqdan az sonra onun sənaye üsulu ilə hasilatı və satılması üçün bazarların axtarışı başlandı. Bu zaman neft sənayesinin inkişafını ləngidən böyük problem yarandı – nəqliyyat problemi. Neft yüklərinin daşınması çox baha başa gəlirdi. Bəzən daşınma xərcləri hazır neft məhsulunun dəyərini üstələyirdi. Boru kəmərlərinin yaranmasından xeyli əvvəl nefti hasilat yerindən istehlakçıya müxtəlif nəqliyyat vasitələri ilə daşıyırdılar.

XIX əsrdə Bakıda və Pensilvanidə (ABŞ) neft yataqlarının kəşf edilməsi ilə neft dövrü başlandı. XIX əsrin 60-cı illərində Bakını neft bumu əhatə edir. Nefin hasilatı, emalı və nəqli ilə varlanmaq istəyən minlərlə insan Balaxanı, Sabunçu, Ramanaya axışırdı. O zaman neft istehsalı üçün perspektivli sayılan təkçə “Şeytan-bazar rayonu”nda 120 quyu qazılmış, 110 firma fəaliyyət göstərirdi. Neft hasilatı ilə yanaşı neft emalı müəssisələri də tikilirdi. 1869-cu ildə təkçə Suraxanıda 2 belə zavod var idi, Bakıda isə emal müəssisələrinin sayı 23-ə çatmışdı. Bakı mədənlərinin mənimsənilməsi buraya saysız-hesabsız insanların axışması, müntəzəm baş verən yanğınlar, yaşayış ərazilərinin hislə çirkənlənməsi ilə müşayiət olunurdu. Bütün bunlar yerli hakimiyyəti neftin emalını nisbətən uzaq ərazidə - “Qara şəhər”də mərkəzləşdirməyə vadar etdi. Neftin mədənlərdən “Qara şəhər”ə daşın-

ması dövələrlə və arabalarla həyata keçirilirdi. Daha sonra neftin daşınması həcmi 20-25 pud olan ağac çəlləklərlə həyata keçirilməyə başlandı. Bu zaman ABŞ-da da neftin daşınması üçün ağac çəlləklərdən istifadə edilirdi. 1887-ci ildə ABŞ-da dəmir konistrlər meydana gəldi. XIX əsrin sonu üçün dəmir çəlləklər ağac çəlləkləri dövrüyyədən çıxara bildi. Bu zaman neft yüklərinin daşınmasında su nəqliyyatı çox böyük rola malik idi. Dünyada ilk metal neft daşıyan gəmi 1877-ci ildə “Nobel qardaşları”nın sifarişi ilə tikilmiş “Zərdüşt” paroxodu oldu. Xəzər dənizində üzən, 250 t yükötürmə qabiliyyəti olan “Zərdüşt” paroxodu dünyada ilk belə tanker hesab olunur.

Neft hasilatının artması və neft yüklərinin daşınması işinin inkişafında dəmir yolu nəqliyyatı da mühüm əhəmiyyət kəsb etmişdir. Dəmir yol çənlərini (sistemlər) XIX əsrin 70-ci illərində Amerikada yaratdılar. 1872-ci ildə Rusiyada ilk dəmir yol çənləri hazırlandı. Həmin ildə dünyada ilk dəfə olaraq Bakıda neft məhsulları dəmir yolu ilə çənlərdə daşınmağa başlandı.

Neft hasilatının artan templəri yeni bazarların axtarışı, yeni, daha səmərəli nəqliyyat növlərinin yaradılmasını tələb edirdi. Bu - boru kəmərləri ilə nəql üsulu oldu. Hazırda sənayenin elə bir sahəsinə rast gəlmək mümkün deyildir ki, orada boru kəmərlərdən istifadə edilməsin. Boru kəmərləri ilə neft, qaz, neft məhsulları, müxtəlif kimyəvi xammallar və s. nəql edilir. İlk neft kəmərlərinin yaradılması XIX əsrin ikinci yarısına təsadüf edir.

1865-ci ildə ABŞ-da OYL-Krik yatağının bir neçə quyusu arasında ağacdan boru kəməri tikilsə də, qazancdan məhrum olan yük daşıyanlar bu neft kəmərinə yandırdılar. 1863-cü ildə rus alimi D.İ.Mendeleyev dünyada ilk dəfə olaraq Bakıda neft kəmərinin tikintisi ideyasını irəli sürmüşdür. Neft bumu zamanı o, V.A.Korkorevin Bakı yaxınlığındakı neftayırma zavoduna gəlmiş və neftin mədənlərdən zavoda və zavoddan Xəzər dənizindəki tərsanəyə nəqli üçün boru kəmərlərinin tikintisini məsləhət görmüşdü. 1865-ci ildə Pensilvani dağlarındakı neft quyularının sahibi Semuel Van Sikel mühəndis Uilyam Snou ilə birlikdə uzunluğu 8 km olan neft kəmərinə tikib istifadəyə verdilər.

1872-ci ildə Bakıda uzunluğu 12 km olan neft kəməri çəkilmiş və neft Balaxanı mədənlərindən neftayırma zavoduna nəql edilmişdir. 1877-ci ildə Bakıda A.V. Barinin Tikinti kontorunun şöbəsi yaradıldı və dövrünün məşhur mühəndisi olan V.Q. Şuxov orada baş mühəndis kimi fəaliyyətə başladı. Tezliklə kontora Balaxanı mədənlərindən Nobelin Qara şəhərdəki zavoduna çəkiləcək boru kəmərinin tikintisi üçün sifariş daxil oldu. Layihə üzrə kəmərin ötürmə qabiliyyəti 80 min pud/sutka, uzunluğu 10 km, diametri 76 mm nəzərdə tutulurdu. 1879-cu ildə tikilib istismara verilən bu kəməər Rusiyada ilk boru kəməri kimi tarixə düşdü. 1879-cu ildə artıq ikinci kəməər – uzunluğu 12,9 km, diametri 70 mm olan Balaxanı – Qara şəhər neft kəməri də istifadəyə verildi. 1897-1906-cı illərdə V.Q.Şuxovun layihəsi əsasında o dövr üçün uzunluğuna görə dünyanın ən böyük magistral kəməri sayılan Bakı-Batumi neft məhsulları nəql edən kəməri tikildi. Kəmərin diametri 200 mm, uzunluğu 835 km idi. Kəmərin trasında 16 nasos stansiyası yerləşirdi. Tikinti-quraşdırma işləri əl ilə aparılırdı. Borular bir-biri ilə yivli muftalarla birləşdirilirdi. 1881-ci ildə Şuxovun çap etdirdiyi “Boru kəmərləri və onların neft sənayesində tətbiqi” əsəri boru kəmərlərinin layihələndirilməsi zamanı əsas rəhbər sənəd kimi qəbul olunurdu. Məişətdə və sənayedə səmt neft qazlarından yanacaq kimi istifadə olunduğu üçün 1880-1890-cı illərdə Bakıda ilk dəfə olaraq kiçik uzunluqlu qaz kəmərlərindən istifadə edilməsi də məhz həmin dövrə təsadüf edir. Zaqafqaziyada dəmir yolunun və bir sıra yerli neft kəmərlərinin istismara verilməsi ilə Bakı nefti bir çox ölkələrə daşınırdı.

Heç də təsadüfi deyil ki, XIX əsrin sonlarında bəzi yerlərdə Bakı nefti ABŞ neftinin əsas rəqibi hesab olunmuşdur. Bu zaman neft sənayesinə yerli (Z.Tağıyev və başqaları) və xarici (Rusiya və Avropadan gələn) sahibkarlar (Nobel, Şibayev, Rotşild və başqaları) külli miqdarda vəsait qoymuşlar. Azərbaycan neft sənayesi XX əsrin başlanğıcında yüksək inkişaf mərhələsinə çatmış, Rusiyada hasil olunan neftin 95 %-i, dünyada çıxarılan neftin isə yarısından çoxu ölkəmizin payına düşmüşdür.

Bakıda neft hasilatının artması ilə neft və neft məhsullarının Rusiyanın digər rayonlarına və başqa ölkələrə nəql edilməsində problemlər artmağa başladı. Ona görə də boru kəmərləri şəbəkəsinin tikilməsi ideyası alim və mühəndisləri daim düşündürmüşdür. Lakin 1914-cü ildən sonra baş verən hadisələr – birinci dünya müharibəsi, 1917-ci il inqilabı, Rusiyada baş verən vətəndaş müharibəsi boru kəmərlərinin tikintisinin xeyli ləngiməsinə səbəb oldu.

Çar Rusiyası dövründə Azərbaycanın dünyanın neft mərkəzlərindən birinə çevrilməsinə baxmayaraq, milli sərvətimiz xalqın mənafeyinə xidmət etməmişdir. 1918-ci ildə yaranan Azərbaycan Demokratik Cümhuriyyəti yaranmış vəziyyəti düzəltməyə imkan tapmamış və 1920-ci ildə süquta uğramışdır.

70 il davam edən Sovet hakimiyyəti dönməsində də Azərbaycanda neft sənayesi ardıcıl inkişaf etmişdir. Xəzər dənizində aparılan kəşfiyyat-qazıma işləri nəticəsində “28 may”, “Bahar”, “Azəri”, “Günəşli” və s. kimi zəngin neft yataqları aşkar edilmiş, “Xəzər”, “Bakı”, “Şelf-1” və s. üzən qazma qurğuları tikilmiş, dəniz sualtı neft kəmərləri şəbəkəsi yaradılmışdır. 1949-cu il noyabrın 7-də dünyada ilk dəfə olaraq Bakıdan 90 km, sahildən 40 km aralı - açıq dənizdə “Neft Daşları”nda neft çıxarılmaya başlanmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu dövrdə də neftimiz Sovetlər ittifaqının mənafeyinə xidmət göstərmişdir. Lakin ötən dövrdə Azərbaycan neft sənayesinin yüksək ixtisaslı elmi-texniki kadrları yetişmiş, yaxşı maddi-texniki baza yaradılmışdır.

1991-ci ilin 18 oktyabrında Azərbaycan öz müstəqilliyini yenidən bərpa etmişdir. Bu tarix müstəqil Azərbaycanın öz milli sərvətlərinə sahib olma, iqtisadiyyatının, neft sektorunun dirçəliş tarixi kimi də qiymətləndirilməlidir. Müstəqilliyin bərpasının ilk illərində ermənilərin təcavüzü ilə bağlı Azərbaycanın düşdüyü müharibə şəraiti, respublikada mövcud olan qeyri-stabillik, iqtisadi və siyasi proseslərin idarə olunmaması neft sənayesində də durğunluğa səbəb olmuşdur.

1993-cü ildə xalqın istəyi ilə hakimiyyətə qayıdan Heydər Əliyevin fəaliyyəti nəticəsində ölkədə hökm sürən qeyri-sabitliyə son qoyulduqdan sonra xarici sərmayədarlar Azərbaycana maraq göstərməyə başlamışlar. 1994-cü il sentyabrın 20-də “Əsrin müqaviləsi”nin bağlanması ilə Azərbaycanın uzunmüddətli neft strategiyasının əsası qoyuldu. ABŞ, İngiltərə, Rusiya, Türkiyə, Norveç, Yaponiya və Səudiyyə Ərəbistanının 12 ən iri neft şirkətləri ilə bağlanan “Əsrin müqaviləsi” “Azəri”, “Çıraq” və “Günəşli” yataqlarının işlənməsinə dair neft hasilatı və pay bölgüsü üzrə tarixi bir razılışma idi. “Əsrin müqaviləsi”nin bağlanması Azərbaycanın karbohidrogen ehtiyatlarının nəqli üçün boru kəmərləri şəbəkəsinin genişləndirilməsi zərurətini də meydana çıxardı.

Azərbaycanın əsas ixrac neft kəmərləri

“Əsrin müqaviləsi”nin şərtlərini yerinə yetirmək üçün təsis edilmiş Azərbaycan Beynəlxalq Əməliyyat Şirkəti (ABƏŞ) real vəziyyətdən çıxış edərək “ilkin” neftin ixracı üçün 2 ixrac marşrutundan - “Şimal” (Bakı-Novorossiysk) marşrutu və “Qərb” (Bakı-Supsa) marşrutundan istifadə edilməsini məqsədəuyğun hesab etdi.

“Şimal” marşrutu (Bakı-Novorossiysk). Məlum olduğu kimi, “Bakı -Novorossiysk” ixrac kəməri Sovet dövründə fəaliyyət göstərən «Bakı-Qroznı» boru kəmərinin bazasında quraşdırılmışdır. İllik ötürmə qabiliyyəti 5-6 milyon ton, uzunluğu 1411 km olan bu boru kəməri 1997-ci il oktyabrın 27-də fəaliyyətə başladı. Bu kəmərin illik ötürmə qabiliyyətini ildə 14 milyon tona çatdırmaq üçün texniki imkanlar mövcud idi.

“Qərb” (Bakı-Supsa) marşrutu. “Bakı-Supsa” boru kəməri keçmiş “Bakı-Xaşuri” kəməri bazasında yaradılan ikinci alternativ ixrac kəməridir. Uzunluğu 850 km, illik ötürmə qabiliyyəti 7,5 milyon tondan artıq olan bu kəmər 1999-cu il aprelin 17-də istismara verildi.



Azərbaycan ilk ixrac neft kəmərləri

Sadalanan boru kəmərlərinin bütün müsbət və çatışmayan cəhətlərinə baxmayaraq, Azərbaycanın karbohidrogen ehtiyatlarının dünya bazarına çıxarılmasında onların xüsusi əhəmiyyəti olmuşdur.

Heydər Əliyev adına “Bakı-Tiflis-Ceyhan” (BTC ƏİK) əsas ixrac kəməri. Neft hasilatının artaraq ildə 40-50 milyon tona çatdığı zaman ilk ixrac kəmərləri karbohidrogen ehtiyatlarının tam mənimsənilməsini təmin edə bilməzdi. Bunu nəzərə alaraq, Azərbaycan hökuməti və tərəfdaş ölkələr ixrac marşrutlarının çoxvariantlılığına üstünlük verərək “Bakı-Tiflis-Ceyhan” əsas ixrac kəmərinin (BTC ƏİK) tikintisini gündəmə gətirdilər.

Uzunluğu 1730 km (Azərbaycan-468 km, Türkiyə -1037 km, Gürcüstan -225 km), illik ötürmə qabiliyyəti 50 milyon tondan çox olan bu kəmərin tikilməsi üçün siyasi qərar 1999-cu il noyabrın 18-19-da ATƏT-in İstanbul zirvə toplantısında verildi. Azərbaycan, Türkiyə, Gürcüstan və ABŞ dövlət başçıları tərəfindən imzalanmış saziş əsasında BTC ƏİK layihəsi tərəfdaşlar tərəfindən maliyyələşdirilmiş və reallaşdırılmışdır.



Heydər Əliyev adına “Bakı-Tiflis-Ceyhan” əsas ixrac kəməri

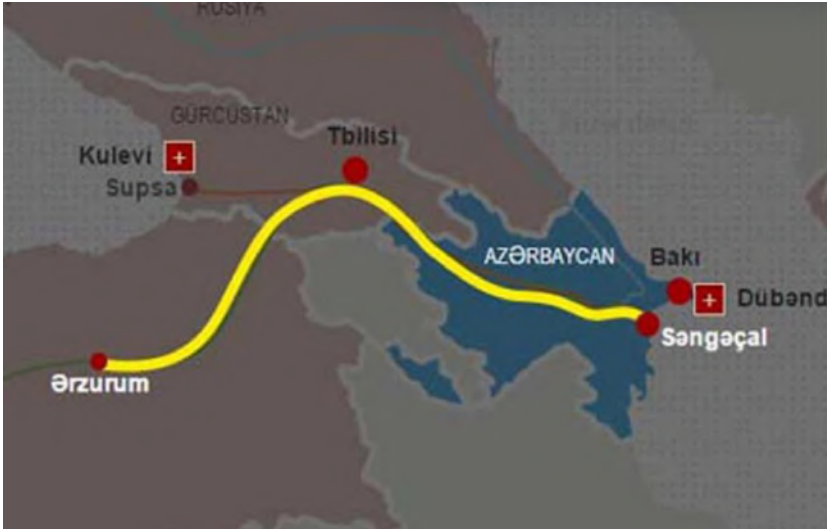
Bu layihə indiyə qədər qədər Xəzər regionu neftini dünyaya ixrac edən ən böyük layihədir. 2006-cı il mayın 28-də H.Əliyev adına BTC ƏİK ilə ilk ixrac nefti Ceyhan limanına çatmışdır. Böyük ötürmə qabiliyyətinə malik olması bu kəmərdən tranzit neft daşınmasında da istifadə edilməsinə imkan verir.

Azərbaycanın ixrac qaz kəmərləri

Müasir dünyada qaz sənayesi də neft sənayesi ilə yanaşı inkişaf edir. Neftçıxarmadan fərqli olaraq qaz sənayesi sahəsi nəqliyyat və marketinq sahəsidir. Ona görə də qaz sənayesinin əsas problemi qaz ehtiyatlarının və hasilatının azlığında yox, onun istehlakçılara nəql olunması işindəki mürəkkəbləşmələrlə bağlıdır. Bu enerji daşıyıcısının dünya iqtisadiyyatındakı payı artıq 30 %-dən çoxdur. Dünyada neftlə müqayisədə qaz ehtiyatlarının çox olması ondan daha geniş spektrdə, xüsusilə elektrik və istilik enerjisinin alınmasında istifadə edilməsini zəruri edir. Qazdan

yanacaq kimi istifadə olunması həm də neft, daş kömür və digər yanacaq növləri ilə müqayisədə onun ekoloji tələblər baxımından daha təmiz olmasından irəli gəlir.

Xəzər dənizi regionunun başqa ölkələri kimi Azərbaycan da böyük həcmdə qaz ehtiyatlarına malikdir. Xəzərin Azərbaycan sektorunda istismara verilən ən böyük qaz-kondensat yatağı “Şahdəniz” yatağıdır. “Şahdəniz” yatağının qazının Türkiyəyə və Avropa bazarına çıxarılması “Bakı-Tiflis-Ərzurum” Cənubi-Qafqaz Boru Kəmərinin (CQBK) tikilməsi zərurətini ortaya qoydu. Tərəfdaşlar arasında işlənmə və nəql ilə bağlı pay bölgüsünə əsasən bu böyük layihə də icra edildi. 2007-ci il iyun ayının 3-də “Bakı-Tiflis-Ərzurum” CQBK istismara verildi. Kəmərin uzunluğu 980 kilometr, diametri 42 düymdür. Boru kəməri ildə 20 milyard kubmetrədək ötürmə gücünə malikdir.



“Bakı-Tiflis-Ərzurum” Cənubi-Qafqaz Boru Kəməri

Beləliklə, reallaşan bu layihələr Azərbaycanı nəinki regionda neft-qaz ixrac edən bir ölkəyə çevirmiş, həm də ölkəmizin Avropanın enerji təhlükəsizliyində vacib tərəfdaş statusunu tə-

min etmişdir. Xəzərin Azərbaycan sektorunda zəngin ehtiyatlara malik yataqların hasilatının artan templəri “Bakı-Supsa”, “Bakı-Novorossiysk”, “Bakı-Tiflis-Ceyhan” kimi neft və “Bakı-Ərzurum” qaz ixrac kəmərləri ilə yanaşı yeni boru kəmərlərinin tikilməsi zərurətini yaratdı.

Cənub Qaz Dəhlizi

29.10.2013-cü il tarixində “Azərbaycan təbii qazının dünya bazarına Cənub Qaz Dəhlizi vasitəsilə nəqli ilə əlaqədar tədbirlər haqqında” Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin Sərəncamı ilə Dövlət Komissiyası yaradılmış, 25.02.2014-cü il tarixində isə “Şahdəniz qaz-kondensat yatağının istismarının ikinci mərhələsi və Cənub Qaz Dəhlizinin yaradılmasına dair digər layihələrlə bağlı bəzi tədbirlər haqqında” Sərəncam imzalanmışdır. Cənub Qaz Dəhlizi layihəsinin həyata keçirilməsi üçün cəlb edilmiş ölkələrin enerji nazirlərindən ibarət Məşvərət Şurasının yaradılması təşəbbüsü Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev tərəfindən irəli sürülüb. Cənub Qaz Dəhlizi – Cənubi Qafqaz qaz boru kəmərinə (Bakı-Tbilisi-Ərzurum) genişləndirmək, həmçinin Türkiyədə TANAP qaz kəmərinin tikintisi və Avropada TAP qaz kəmərinin genişləndirilməsi üzrə layihədir.

Trans-Anadolu Boru Kəməri (TANAP) layihəsi. Layihənin əsas texniki-iqtisadi göstəriciləri aşağıdakılardır: kəmərin uzunluğu 1850 km, diametri Eskişehirədək 56 düym, ondan sonra 48 düym, dəniz dibində isə 36 düym nəzərdə tutulmuşdur.

TANAP boru kəməri vasitəsilə Türkiyəyə ilk qaz həcmlərinin nəqlinə 30 iyun 2018-ci il tarixindən başlanılıb. 2020-ci ildə buraxılış qabiliyyəti ildə 16 mlrd. kubmetr olmuş qaz kəmərinin ötürmə qabiliyyəti 2023-cü ildə 23 mlrd., 2026-cı ildə isə 31 mlrd. kubmetrə çatdırılacaqdır.



TANAP və TAP ixrac qaz kəmərləri

Trans-Adriatik Boru Kəməri (TAP) layihəsi. Layihənin əsas texniki-iqtisadi göstəriciləri aşağıdakılardır: kəmərin uzunluğu 878 km (Yunanıstan - 550 km; Albaniya - 215 km; Adriatik dənizi-105 km; İtaliya - 8 km), diametri 48 düym (sualtı və İtaliya – 36 düym), ilkin ötürmə gücü: illik 10 mlrd. m³ (illik 20 mlrd. m³-ə kimi artırılabilir) təşkil edir. 2021-ci il yanvar 1-də Trans-Adriatik Boru Kəməri (TAP) istifadəyə verilmişdir.

Boru kəmərlərinin tikintisinin xronologiyası

V əsr. Çinin Sıquan vilayətində yanacaq qazını nəql etmək üçün ilk dəfə bambukdan hazırlanan borulardan istifadə etmişlər;

X əsr. Bakı yaxınlığında yerli əhali evlərində yandırmaq məqsədilə qazı nəql etmək üçün gil borulardan istifadə etmişlər;

1872-1873-cü illər. Dünyada ilk dəfə olaraq Xəzər dənizində ağac kərəçlərin (barjaların) köməyi ilə çənlərdə (sisternlərdə) Bakıdan Həştərxana neft və neft məhsulları daşınmışdır;

1877-ci il. Lüdviq Nobelin sifarişi ilə Motala şəhərində (İsveç) dünyada ilk neft daşıyan “Zoroastr” (Zaratuştra-Zərdüşt) polad gövdəli buxar gəmisi (neft tankeri) tikilmiş və ondan neftin Bakıdan Həştərxana daşınması məqsədilə istifadə olunmağa başlanmışdır;

1878-ci il. Rusiyada ilk dəfə Bakıda mühəndislər A.V.Bari və V.Q. Şuxovun layihəsi əsasında “Барн, Сытченко и К°” şirkəti tərəfindən uzunluğu 8,5 verst (9 km), diametri 3 düym (76,2 mm), buraxma qabiliyyəti gündə 80 min pud olan “Balaxanı-Qara şəhər” neft kəməri tikilmişdir;

1878 ci il. ABŞ-ın İndiana ştatında təbii qazın nəql edilməsi üçün ağac borulardan uzunluğu 110 mil olan qaz kəmərinin tikilməsinə cəhd edilmişdir;

1879-cu il. V.Q. Şuxovun layihəsi əsasında tikilən, uzunluğu 12 km olan “Balaxanı-Qara şəhər” ikinci neft boru kəməri istismara verilmişdir;

1879-ci il. Pensilvaniyə (ABŞ) ilk dəfə metal neft kəməri çəkilmişdir;

1883-cü il. Zaqafqaziyanın Bakı-Batım dəmir yol xəttinin tikintisi başa çatdırılmış, beləliklə, ixrac neft və neft məhsullarının sisternlərlə daşınması həyata keçirilmişdir;

1883-cü il. Bakıda ötürmə qabiliyyəti 200 min puddan artıq olan neft kəmərlərinin ümumi uzunluğu 96 km təşkil etmişdir;

1989-cu il. Bakıdan Batumiyə neftin Avropa bazarına çıxarılmasına imkan verən boru kəməri çəkilmişdir;

1892-ci il. ABŞ-da Pensilvanidən okean sahillərində də boru kəmərinin tikintisinə başlanılmışdır;

1897-ci il. Dünyada ən böyük (illik ötürmə qabiliyyəti 1 milyon ton, diametri 8 düym (203 mm), uzunluğu 829 verst (835 km) və 16 nasos stansiyasından ibarət) Bakı-Batumi kerosin boru kəmərinin tikintisinə başlanılmışdır. Boru kəməri layihəsinin müəllifi Sankt-Peterburq Universitetinin professoru N.L.Şukin (1848-1924-cü illər) idi və o, bununla Azərbaycanda ilk ixrac nəql boru kəmərinin əsasını qoymuşdur;

1907-ci il. Dünyada ən iri (833 km) Bakı-Batumi magistral kerosin boru kəməri istismara verilmişdir;

1914-cü il. Rusiyada neft və neft məhsulları kəmərlərinin ümumi uzunluğu 1279 km-ə çatmışdır;

1914-cü il. İlin sonuna dünyada bütün boru kəmərlərinin (əsasən ABŞ və Rusiya) ümumi uzunluğu 30 min km-ə çatmışdır;

1918-ci il. ABŞ-da magistral qaz kəmərlərinin ümumi uzunluğu 22 min km-ə çatmışdır;

1928-ci il. Keçmiş SSRİ-də Qroznıy-Tuapse neft kəməri istismara verilmişdir;

1931-cü il. Uzunluğu 822,1 km, diametri 10" (250 mm), illik ötürmə qabiliyyəti 150 milyon pud (2,44 milyon ton) olan Bakı-Batumi neft kəmərinin tikintisi başa çatdırılmışdır;

1931-cü il. Bibiheybət mədənlərindən Qara şəhərə magistral qaz kəmərinin tikintisinə başlanılmışdır;

1931-cü il. ABŞ-da Texas ştatının Panhedd rayonundan Çikaqoya uzunluğu 1600 km olan magistral boru kəməri çəkilmişdir;

1935-ci il. İranda neftin dünya bazarına çıxarılmasına imkan verən neft kəməri istismara verilmişdir;

1944-cü il. ABŞ-da Texasdan Qərbi Virjiniyaya uzunluğu 2000 km olan ilk böyük qaz kəməri ("Tennesi") tikilmişdir;

1946-cı il. Keçmiş SSRİ-də diametri 323 mm, uzunluğu 843 km olan ilk "Saratov-Moskva" magistral qaz kəməri tikilmişdir;

1948-ci il. Ukraynada Daşava-Kiyev qaz kəməri tikilmişdir. Bu il Ukraynada qaz nəqli sisteminin yaranma ili hesab olunur;

1949-cu il. Dünyada ilk dəfə açıq dənizdə Abşeron şelfində “Neft Daşları” nadir dəniz yatağının işlənilməsi və orada polad dəniz özüllərin tikintisi başlanılmışdır;

1951-ci il. Bəhreyyə (Səudiyyə Ərəbistanı) neftin NEZ-ə nəql edilməsi üçün 55 km uzunluğunda neft kəməri tikilmişdir;

1954-cü il. ABŞ-da (Meksika körfəzində) ilk sualtı neft kəməri tikilmişdir;

1956-cı il. Keçmiş SSRİ-də o zaman üçün dünyanın ən böyük qaz kəməri olan “Stavropol-Moskva” qaz kəməri istismara verilmişdir;

1964-cü il. Keçmiş SSRİ-də dünyada iri transneft kəməri hesab edilən, Tatarstandan Polşa, Çexoslovakiya, Macarıstan və ADR-ə (Almaniya) diametri 1020, 820, 720, 630 mm, uzunluğu 886 km olan “Drujba” neft kəməri istismara verilmişdir;

1967-ci il. Keçmiş SSRİ-də Mərkəzi və Qərbi Avropa ölkələrini təbii qazla təchiz edən “Bratstbo” qaz kəməri istismara verilmişdir;

1970-ci il. Keçmiş SSRİ-də fəaliyyət göstərən magistral qaz kəmərlərinin ümumi uzunluğu 70 min km olmuşdur;

1971-ci il. Azərbaycanın neft ehtiyatlarının sənaye işlənilməsindən bəri neftin birinci milyard tonu hasil olunmuşdur;

1974-cü il. İranda Axbaz yatağından Türkiyənin İskəndərün limanına uzunluğu 1852 km olan neft kəməri çəkilmişdir;

1977-ci il. İlk dəfə Xəzərdə dənizin 84 m dərinliyinə stasionar platforma quraşdırılmışdır;

1978-ci il. Diametri 1420 mm, uzunluğu 2750 km olan “Soyuz” (Orenburq – Keçmiş SSRİ-nin qərb sərhəddi) transkontinental qaz kəməri istifadəyə verilmişdir;

1983-cü il. Keçmiş SSRİ-də təbii qazın Qərbi Avropaya nəql edilməsi üçün diametri 1420 mm, uzunluğu 4450 km olan “Urenqoy-Pomarı-Ujqorod” qaz kəməri istifadəyə verilmişdir;

1985-ci il. Keçmiş SSRİ-də uzunluğu 6813 km olan “Urenqoy-Mərkəz” qaz kəmərinin tikintisi başa çatdırılmışdır;

1991-ci il. Azərbaycan Respublikasının öz müstəqilliyini bərpa etməsindən sonra “Azərineft” Dövlət Konserni yaradılmışdır;

1992-ci il. Respublika Prezidentinin 13 sentyabr tarixli fərmanı ilə Azərbaycan Respublikasının Dövlət Neft Şirkəti (“SOCAR”) yaradılmışdır;

1994-cü il. Sentyabrın 20-də “ARDNŞ” və 10 xarici neft şirkəti arasında “Əsrin müqaviləsi” adlanan ilk beynəlxalq əhəmiyyətli irimiqyaslı neft sazişi bağlanmış, yəni “Azəri – Çıraq – dərinsulu Günəşli yataqları” (AÇG) ilə bağlı “Hasilatın Pay Bölgüsü Sazişi” (HPBS) imzalanmışdır;

1995-ci il. Fevralın 24-də Bakıda Azərbaycan Beynəlxalq Əməliyyat Şirkəti (AIOC) yaradılmışdır;

1998-ci il. Martın 24-də AÇG yataqlarından hasil edilmiş birinci neft Novorossiyskə yola salınmışdır;

1998-ci il. Uzunluğu 827 km olan Bakı-Supsa neft Qərb ixrac boru kəmərinin (QİBK) tikintisi başa çatdırılmışdır;

1998-ci il. Böyük Britaniyada təbii qazı Avropanın digər ölkələrinə nəql edən boru kəməri istifadəyə verilmişdir;

2002-ci il. Rusiyada təbii qazın Türkiyəyə nəqli üçün “Mavi axın” qaz kəməri istifadəyə verilmişdir;

2006-cı il. İyulun 13-də Heydər Əliyev adına BTC ƏİBK istifadəyə verilmişdir;

2007-ci il. İyunun 3-də “Bakı-Tiflis-Ərzurum” CQBK istismara verilmişdir;

2009-cu il. “Rusiya-Çin” neft kəməri istifadəyə verilmişdir;

2011-ci il. Baltik dənizinin dibi ilə çəkilən “Şimal axını” qaz kəməri istifadəyə verilmişdir;

2014-cü il. Cənub Qaz Dəhlizi işə salınmış, TANAP və TAP layihələri hazırlanmışdır;

2017-ci il. AÇG-nin istismarına dair yeni “Əsrin Müqaviləsi” sazişi imzalanmışdır;

2018-ci il. 30 iyun 2018-ci ildə Trans-Anadolu Boru Kəməri (TANAP) istifadəyə verilmişdir;

2018-ci il. Azərbaycanda 2 milyardıncı ton neft istehsal olunmuşdur;

2021-ci il. 01 yanvar 2021 tarixində Trans-Adriatik Boru Kəməri (TAP) istifadəyə verilmişdir.

Kitabın strukturu haqqında qısa məlumat

Kitabın müəllifi magistral neft və qaz kəmərlərinin tikintisi ilə bağlı bütün aspektləri və məsələləri geniş və tam əhatə etməyi iddia etmədən, son 30-40 ildə əldə edilmiş təcrübəni, mövcud ədəbiyyat məlumatlarını, elektron resursları ümumiləşdirmək və bu sahə ilə maraqlanan oxucuları onlarla tanış etməyi nəzərdə tutur.

Kitab on dörd fəsildən ibarətdir.

Birinci fəsildə oxucular boru kəmərlərinin tikintisinin tarixi və inkişaf mərhələləri ilə, həmçinin, neft və qaz kəmərləri haqqında (təyinatı, təsnifatı, tərkib hissələri və əsas tikililəri) ümumi məlumatlarla tanış ola bilərlər.

Kitabın ikinci fəsində magistral neft və qaz kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri və əsas parametrləri (müxtəlif təyinatlı və sortamentli borular, birləşdirici hissələr, armaturlar, kompensatorlar, dayaqlar və s.) barədə məlumatlar verilir.

Magistral boru kəmərlərinin layihələndirilməsi prinsipləri və onların tikintisinin təşkili qaydaları ilə oxucular kitabın üçüncü fəsində tanış ola bilərlər.

Boru kəmərlərinin tikintisi zamanı yerinə yetirilən texnoloji proseslər (hazırlıq işləri, tikinti yüklərinin yükləmə-boşaltma və nəqliyyat məsələləri, torpaq, qaynaq-quraşdırma, izolyasiya işləri, boru kəmərinin düzülməsi və s.), müxtəlif şəraitlərdə (dağ, düzən, bataqlıq ərazilər, şoran və donmuş torpaqlar və s.) tətbiq edilən texnika və texnologiyalar, habelə icra edilən işlərin keyfiyyətinə nəzarət məsələləri kitabın 4, 5, 6, 7 və 8-ci fəsillərində nəzərdən keçirilir.

Magistral boru kəmərlərinin təbii və süni maneələrdən keçidləri, onların konstruksiyaları, tikintisinin üsul və texnologiyaları barədə məlumatlar kitabın doqquzuncu fəsində yer alır.

Kitabın onuncu fəslində sualtı neft və qaz kəmərlərinin tikintisinə həsr olunur. Burada oxucular sualtı boru kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri, onların tikinti-quraşdırma sxemləri və texnologiyaları barədə məlumatlarla tanış ola bilərlər.

Boru kəmərlərinin quraşdırılmasında tətbiq edilən və ənənəvi materiallarla (çuqun, polad və s.) müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malik olan polietilen borulardan boru kəmərlərinin tikilməsi texnologiyaları, onların konstruktiv xüsusiyyətləri, detalları və birləşmələri barədə məlumatlar kitabın on birinci fəslində verilmişdir.

Kitabın 12, 13 və 14-cü fəsillərində tikinti işləri başa çatdıqdan sonra boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi və sınağı, onların korroziyadan mühafizə edilməsi və tikinti prosesində ətraf mühitin mühafizəsi üzrə nəzərdə tutulan tədbirlərin yerinə yetirilməsi üsulları və qaydaları barədə məlumatlar əksini tapır.

Sonda kitabın ərsəyə gəlməsi üçün istifadə edilən ədəbiyyat və internet resurslarının siyahısı göstərilmişdir.

Kitabın müəllifi əlyazmasının hazırlanmasında göstərdikləri köməyə görə doktorant Z.İ.Fərzəlizadəyə və magistrant Ə.P. Qulubəyliyə təşəkkürünü bildirir.

Hörmətli oxucular! Müəllif kitabla bağlı təklif və tənqidi mülahizələrinizə görə Sizə qabaqcadan öz minnətdarlığımı bildirir.

I FƏSİL

NEFTİN, QAZIN BORU KƏMƏRLƏRİ İLƏ NƏQLİ HAQQINDA ÜMUMİ MƏLUMAT

Neftin, qazın və neft məhsullarının nəql olunması. Neft, neft məhsulları və qazın üç əsas nəql üsulu mövcuddur: su yolu, dəmir yolu və boru kəmərləri ilə nəql.

Qaz şəklində olan məhsullar, əsasən boru kəmərləri vasitəsilə nəql edilir. Təbii qazları mayeləşdirərək nəql etmək üçün xüsusi metandaşıyan tankerlərdən də istifadə olunur.

Neft və neft məhsullarının nəql olunması üçün tətbiq edilən üç əsas üsulun - su yolu, dəmir yolu və boru kəmərləri ilə nəqlin hər birinin özünəməxsus xüsusiyyətləri olduğundan onları ayrı-ayrılıqda nəzərdən keçirək.

Su yolu ilə daşınma. Su yolu ilə neft, neft məhsullarını və mayeləşdirilmiş təbii və neft qazlarını (səmt qazı) barjlarda, tankerlərdə və həmçinin, kiçik taralarda (qablarda) nəql etmək mümkündür. Əgər söhbət çaylarda nəql olunmadan gedirsə, onda bir qayda olaraq, su yolu həm dəmir yolundan və həm də boru kəmərlərindən uzundur. Bəzi hallarda bu qüsurlunmanın maya dəyərini artırır. Çaylar vasitəsilə nəql olunma mövsümi xarakter daşıyır. Ona görə də naviqasiya arası müddətdə doldurulma-boşaldılma məntəqələrində neft və neft məhsullarının ehtiyatını yaratmaq üçün əlavə tutumlar (çənlər) yaradılır, yaxud da nəql olunmanın növü dəyişdirilir (məsələn, dəmir yolu ilə). Su yolu üçün söylədiyimiz bu qüsurlu su nəqliyyatının əsas çatışmayan cəhətidir.

Dəmir yolu ilə daşınma. Neft yüklərinin bütün növlərini dəmir yolu ilə, o cümlədən sisternlərdə, bunkerlərdə, yaxud yüngül taralarda (maye qazları) daşımaq mümkündür. Neft məhsullarının kiçik partiyalarla daşınması üçün dəmiryolu ən sərfəli

nəql üsulu hesab olunur. Dəmir yolu ilə daşınma müəyyən mənadada fasiləsizdir, belə ki, bu nəqliyyat üsulu bütün il ərzində işləyir. Böyük partiyalarda (böyük həcmdə) neft və neft məhsulunun dəmiryolu nəqliyyatından istifadə etməklə daşınması iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun deyildir. Dəmir yolu nəqliyyatının ən böyük çatışmayan cəhəti də məhz budur.

Boru kəmərləri ilə nəql olunma. Boru kəmərləri ilə nəql üsulu neft, neft məhsulları və mayeləşdirilmiş qazın hər hansı bir istiqamətdə istənilən həcmdə nəql olunmasına xidmət edir.

Digər daşınma üsulları ilə müqayisədə boru kəmərinin aşağıdakı üstünlükləri vardır:

- boru kəmərinin trası digər daşınma növlərinin trasından qıtsadır, həm də quru sahənin istənilən iki nöqtəsi arasında hər hansı bir məsafədə inşa oluna bilər;

- digər nəql olunma növlərindən fərqli olaraq, boru kəmərləri ilə nəql prosesi kəsilməzdir, istehsalçıların ahəngdar işini və istehlakçıların fasiləsiz təchiz olunmasını təmin edir və bundan asılı olaraq, trasın həm başlanğıcında, həm də sonunda nəhəng məhsul ehtiyatının yaradılmasına ehtiyac olmur;

- boru kəməri ilə nəql olunma zamanı neft və neft məhsullarının itkiləri, digər daşınma üsulları ilə müqayisədə xeyli az olur;

- boru kəməri ilə nəql olunmanı mexanikləşdirmək mümkündür və bu, digər növ üsullara nisbətən asandır;

Boru kəməri ilə nəql olunmanın çatışmayan cəhətləri – böyük metal sərfi və trasın sərtliyidir (nəqlin bir istiqamətli olması).

Əsas nəql üsullarından başqa, neftin və xüsusən neft məhsullarının nəqli üçün avtomobil nəqliyyatından da istifadə edilir. Neft məhsulları avtomobil çənlərində (sisternlərdə), yaxud kiçik taralarda daşınır. Avtosisternlərdən neft məhsullarını iri neft bazalarından kiçik bazalara, sonra isə istehlakçılara, həmçinin mayeləşdirilmiş qazları istehsal yerindən istehlakçılara (yük maşınlarında, yaxud avtosisternlərdə) nəql etmək üçün istifadə edilir.

Maye qaz zavodlarından, yaxud aşırım bazalarından mayeləşdirilmiş qazlar xüsusi soyuducu avtosisternlərdə bazalara nəql olunur, orada isə qazlaşdırılıb, qazpaylayıcı şəbəkələrə ötürülür.

1.1. Boru kəmərlərinin təyinatı və təsnifatı

Boru kəmərləri aşağıdakı xüsusiyyətlərinə görə təsnif olunur:

1. Təyinatına görə:

- *daxili (mədəndaxili) kəmərlər* – mədəndə, neft-qaz emalı zavodlarında və neft-qaz saxlama baza və anbarlarında müxtəlif qurğuları birləşdirirlər.

- *yerli (mədənlər arası) kəmərlər* – uzunluğuna görə daxili kəmərlərdən böyük olub, neft-qaz mədənlərini və ya neft-qaz emalı zavodlarını magistral kəmərlərin baş tikililəri ilə birləşdirirlər.

- *texnoloji kəmərlər* – kiçik uzunluğa malik olub, magistral kəmərlərin vurucu stansiyalarının, neft-qaz baza və anbarlarının texnoloji qurğularının verilən rejimdə fəaliyyətini təmin etməyə xidmət göstərirlər (şək.1.1). Bu kəmərlərlə texnoloji proseslərin həyata keçirilməsi və ya avadanlıqların istismarı üçün zəruri olan müxtəlif maddələr – xammal, yarımfabrikatlar, aralıq və son məhsullar, istehsal tullantıları nəql edilir. Daxili və yerli kəmərlər çox vaxt texnoloji kəmərlər də adlanır.

- *magistral kəmərlər* – böyük uzunluğa və ötürmə qabiliyyətinə malik olub, neft-qaz məhsulları istehsalçısı olan müəssisələri istehlakçılarla birləşdirir (şək.1.2).

Magistral kəmərlər fasiləsiz fəaliyyət göstərir (qısa müddətli dayanmalar müvəqqəti xarakter daşıyır və ya təmir-bərpa işləri ilə bağlı olur), nəql olunan məhsulun vurulması bir deyil, bir neçə stansiyanın vasitəsi ilə həyata keçirilir.



Şək. 1.1. Texnoloji kəmərlər



Şək. 1.2. Magistral kəmərlər (yerüstü)

2. Nəql olunan məhsulun növünə görə: neft nəql edən boru kəmərləri *neft kəmərləri*, qaz nəql edən boru kəmərləri *qaz kəmərləri* adlanır. Neft məhsullarını nəql edən boru kəmərləri *neft məhsulları kəmərləri* adlanır. Nəql olunan məhsulların çeşidindən asılı olaraq kəmərlər *benzin, kondensat, kerosin, mazut, dizel yanacağı və s. kəmərləri* də adlanır.

3. Materialına görə: *metal, qeyri-metal və futerovka edilmiş kəmərlər.* Metal kəmərlərə poladdan (karbonlu, legirlənmiş polad), əlvan metallardan və onların ərintilərindən (mis, latun, titan, qurğuşun, alüminium), çuqundan hazırlanmış borulardan quraşdırılmış kəmərlər aiddir. Qeyri-metal kəmərlərə polietilen (polipropilen, polivinilxlorid), viniplast, şüşə və ftoroplastdan olan borulardan quraşdırılmış kəmərləri misal göstərmək olar. Futerovka edilmiş kəmərlərə səthi rezin, polietilen, ftoroplast, beton və emalla örtülmüş boru kəmərləri aiddir.

4. Nəql edilən məhsulun temperaturuna görə: *soyuq (temperaturu 0°C-dən az), normal (temperaturu 1°- 45°C) və qaynar (temperaturu 45°C-dən çox) kəmərlər* aiddir.

5. Hidravlik sxeminə və hündəsi formasına görə:

- Atqı xətləri olmayan və uzunluğu boyu diametri sabit qalan boru kəmərləri - *sadə kəmərlər* adlanır.

- Atqı və qoşqu xətləri olan, ardıcıl və paralel birləşdirilmiş, şaxələnmiş, halqavari, paralel sahələrə malik, uzunluğu boyu sərfi və diametri dəyişən boru kəmərləri – *mürəkkəb kəmərlər* adlanır.

6. Quraşdırılma xüsusiyyətlərinə görə: *yeraltı; yer səthində; yerüstü; asılmış; sualtı* kəmərlər mövcuddur.

Qeyd edildiyi kimi, neft-qaz mədənlərində hasil olunan neft və qaz, həmçinin neftayırma zavodlarında emal edilən neft məhsulları istehlakçılara müxtəlif üsullarla çatdırılır: dəmir yolu, dəniz və ya çay (su) yolu, avtomobillə və boru kəmərləri ilə.

Hər bir nəql üsulunun öz üstünlükləri və çatışmayan cəhətləri vardır. Lakin karbohidrogenlərin nəqli üçün mövcud olan üsulları müqayisə etdikdə, birinci yerin boru kəmərləri ilə nəqlə məxsus olduğu heç bir şübhə doğurmur. Bu üstünlüyün aşağıdakı səbəblərini qeyd etmək olar:

- boru kəmərləri böyük həcmdə karbohidrogenlərin istənilən istiqamətə və məsafəyə nəql edilməsinə imkan verir;
- boru kəməri ilə müxtəlif növ neftlərin və neft məhsullarının ardıcıl nəql edilməsi mümkündür;

- təbii-coğrafi, iqlim və s. şəraitlərdən asılı olmayaraq, boru kəmərinin işi gün, ay, il boyu kəsilməzdir, bu isə istehlakçıların fasiləsiz təchizatının əsas şərtlərindən biridir;

- boru kəməri istənilən rayonda, istənilən mühəndis-geoloji, coğrafi və iqlim şəraitində quraşdırıla bilər;

- boru kəmərlərinin tikilməsi nisbətən az müddət tələb edir ki, bu da yataqların və neftayırma zavodlarının daha tez istismara verilməsinə imkan verir;

- boru kəmərlərində qazın, neftin və neft məhsullarının nəqli prosesinin avtomatik idarə olunması sistemlərinin tətbiqini təmin etmək mümkündür;

- digər nəql üsulları ilə müqayisədə boru kəməri ilə nəql üsulu daha üstün texniki-iqtisadi göstəricilərə malikdir. Belə ki, neft yüklərinin boru kəməri ilə 1 t/km nəqlinin qiyməti dəmir yolu üsuluna nisbətən 3, su yolu ilə nəqlə müqayisədə isə 1,5-2 dəfə aşağıdır.

Diametri 219 – 1420 mm, uzunluğu 50 km-dən çox, nəql olunan məhsulun izafi təzyiqi 1,2 – 10 MPa və böyük ötürücülüyə malik olan kəmərlər - *magistral boru kəmərləri* adlanır. Ümumiyyətlə, magistral boru kəməri böyük miqdarda neftin, qazın, neft məhsullarının kifayət qədər böyük məsafəyə nəqli üçün nəzərdə tutulan, mürəkkəb və bahalı istismar avadanlıqlarının istismarını həyata keçirən mühəndis-texniki qurğu hesab edilir.

Fəaliyyət göstərən birxətli magistral qaz kəmərinin ötürücülük qabiliyyəti diametrdən asılı olaraq 10 – 50 mlrd. m³/il olur. Təzyiqinə görə magistral qaz kəmərləri iki sinfə bölünür:

I sinif – işçi təzyiqi 2,5 – 10, 0 MPa;

II sinif – işçi təzyiqi 1,2 – 2,5 MPa.

Magistral neft və neft məhsulları kəmərləri kəmərin diametridən asılı olaraq 4 sinfə bölünürlər:

I sinif – şərti diametri 1000 – 1200 mm;

II sinif – şərti diametri 500 – 1000 mm;

III sinif – şərti diametri 300 – 500 mm;

IV sinif – şərti diametri 300 mm-dən kiçik

Texnoloji layihələndirmə normalarına görə neft və neft məhsulları nəql edən magistral boru kəmərləri seçilən zaman kəmərin buraxma qabiliyyəti və işçi təzyiqindən asılı olaraq, borunun diametrini müəyyən etmək üçün cədvəl 1.1-də göstərilən məlumatlardan istifadə edilməsi tövsiyə oluna bilər. Bu zaman neft kəmərinin illik mal dövriyyəsinə (yəni, buraxma qabiliyyətinə) əsasən ilkin olaraq kəmərin diametri seçilir, bu qiymətə görə kəmərin hidravlik hesablanması aparılır və diametrin dəqiq qiyməti müəyyən olunur. Bu zaman kəmərin işçi təzyiqi nəzərə alınmalıdır.

Bu təsnifatlarla yanaşı, tikinti norma və qaydaları ilə magistral boru kəmərləri üçün onların istənilən hissəsinin müvafiq möhkəmlik xarakteristikalarının təmin olunmasını tələb edən kateqoriyalar müəyyən edilir (cədvəl 1.2). Magistral neft-qaz kəmərlərinin tikilməsi çox mürəkkəb texnoloji prosesdir, tikintinin templəri və şəraiti trasın mürəkkəbliyindən və yerin şəraitindən asılıdır. Normal şəraitlərdə (təbii və süni maneələrin olmadığı və relyefin düz olduğu yerlərdə) tikintinin sürəti daha yüksək və işlərin mexanikləşmə səviyyəsi dağ, bataqlıq, səhra, daimi donuşluq şəraitinə və digər maneələrə nisbətən daha səmərəli olur. Ona görə də hər bir kəmərin trasında xüsusi texnoloji iş sxemlərinin, maşın və mexanizmlərin istifadəsini zəruri edən mürəkkəb hissələr mövcud olur. İşlərin görülmə mürəkkəbliyinə görə boru kəmərinin trası 4 müxtəlif kateqoriyaya bölünür (cədvəl 1.3).

Cədvəl 1.1

Neft və neft məhsulları kəmərlərinin optimal parametrləri

Neft kəməri		Neft məhsulları kəməri			
Xarici diametr, mm	İşçi təzyiq, MPa	Buraxma qabiliyyəti, mln.t/il	Xarici diametr, mm	İşçi təzyiq, MPa	Buraxma qabiliyyəti, mln.t/il
530	5,4-6,5	6-8	219	9,0-10,0	0,7-0,9
630	5,2-6,2	10-12	273	7,8-8,5	1,3-1,6
720	5,0-6,0	14-18	325	6,5-7,5	1,8-2,3
820	4,8-5,8	22-26	377	5,5-6,5	2,5-3,2
920	4,6-5,6	32-36	426	5,5-6,5	3,5-4,8
1020	4,6-5,6	42-50	530	5,5-6,5	6,8-8,5
1220	4,4-5,4	70-78			

Cədvəl 1.2**Magistral boru kəmərlərinin kateqoriyaları**

Boru kəmərinin təyinatı	Boru kəmərinin kateqoriyası	
	yeraltı	yerüstü
Təbii qazın nəqli üçün:		
a) diametri 1200 mm-dən kiçik	IV	III
b) diametri 1200 mm və böyük	III	III
Neft və neft məhsullarının nəqli üçün:		
a) diametri 700 mm-dən kiçik	IV	III
b) diametri 700 mm və böyük	III	III

Cədvəl 1.3**Boru kəmərlərinin sahələrinin mürəkkəblilik kateqoriyaları**

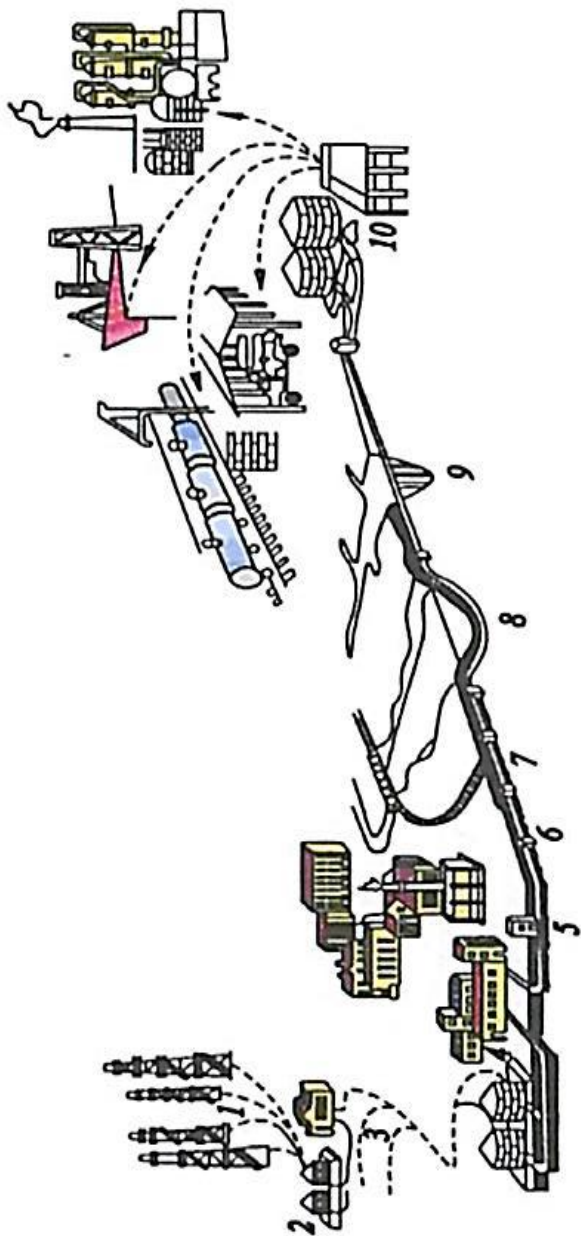
Mürəkkəblilik kateqoriyaları	Sahənin xarakteristikası
B	Neft kəmərinin su maneələrindən keçidləri (kəmərin diametri 1000 mm və daha çox olduqda), KS və QPS ərazisindəki qaz kəmərləri
I	Sualtı və suüstü keçidlər (su aynasının eni 50 m-dən çox və ya II və III növ bataqlıq olarsa), mailliyi 30°-dən çox olan dağ sahələri
II	Eni 50 m-dən çox olan çaylardan yeraltı və yerüstü keçidlər, I növ bataqlıqlar, mailliyi 30°-dən çox olan qayalar, dəmir yolundan, yağanlardan yeraltı və yerüstü keçidlər
III	I və II kateqoriyalara daxil olmayanlar

1.2. Magistral neft kəmərinin əsas tikililəri və tərkib hissələri

Neft mədəndən istehlakçıya qədər müxtəlif boru kəmərləri və qurğular vasitəsilə ilə nəql edilir. Magistral neft kəmərinin bütün tikililəri aşağıdakı komplekslərə bölünür: baş tikililər, baş vurucu stansiyalar, aralıq vurucu stansiyalar, xətti hissə, son paylayıcı məntəqə və neft saxlama obyektləri (şək.1.3). Neft mədəndən (1) daxili kəmərlərlə neft yığım məntəqəsinə (2), oradan texnoloji kəmərlərlə (3) baş tikililərə (4) daxil olur. Burada neft çökdürülür, neft qazından ayrılır, susuzlaşdırılır və baş neft vuran stansiyaya nəql edilir.

Mərkəzdənqaçma nasoslari ilə təchiz edilmiş baş nasos stansiyası müxtəlif növlü neftlərin vurulmasını həyata keçirir. Nəqlə hazırlanmış neft xətti hissəyə (5,6,7,8,9) daxil olur. *Xətti hissə* - magistral neft kəmərinin əsas hissəsi hesab edilir. Ona aşağıdakılar aid edilir: boru kəməri, keçidlər, atqı xətləri, lupinqlər, bağlayıcı armaturlar, ərsinlərin daxil edilmə və qəbulu qovşaqları (neft kəmərlərinin xətti hissəsinin özünəməxsus xüsusiyyətlərindən biri də onların daxili səthinin parafin, asfalten, qətran çöküntülərindən vaxtaşırı təmizlənməsi zərurətidir). Xətti tikililərə, həmçinin texnoloji rabitə xətləri, elektrik xətləri, xətti istismarın xidməti tikililəri aid edilir. Magistral neft kəmərlərinin trasında aralıq nasos stansiyalarının yerləşdirilməsində məqsəd kəmərdə işçi təzyiqin saxlanılması, qəbul edilən neftin növbəti stansiyalara nəql olunmasıdır. Aralıq stansiyalar arasındakı məsafə hidravlik hesablanma nəticəsində müəyyən edilir.

Neft kəməri tərkibinə görə qaz kəməmindən fərqlidir. Quylardan neft fərdi neft kəməri ilə neft-yığım məntəqələrinə toplanır, oradan isə baş qurğuya – neftin kompleks hazırlanma qurğusuna (NKHQ) nəql edilir. Orada neft hazırlıq mərhələsini keçəndən sonra baş nasos stansiyasına, daha sonra isə magistral neft kəmərinə verilir.



Şək. 1.3. Magistral neft kəmərinin tikililərinin sxemi

1-neft mədəni; 2-neft yığıcı məntəqəsi; 3-texnoloji boru xətləri; 4- baş tikililər (çənlər, nasos stansiyası, elektrik stansiyası və s.); 5- ərsinlərin buraxılma qovşağı; 6-boru xəttində quyru; 7-dəmir yolu altından keçid; 8-çayın altından keçid; 9-küçük çay və dərədən yerüstü keçid;

10-sonda paylayıcı məntəqə

Magistral neft kəmərinin tərkib hissəsinə (şək. 1.4) aşağıdakılar daxildir:

- neft kəməri (mədəndən hazırlıq mərhələsi keçmiş əmtəə neftinin nəqlinə kimi) - atqı və qoşqu xətləri, bağlayıcı və tənzimləyici armaturlar, təbii və süni maneələrdən keçidlər, neft vurucu stansiyalar, təmizləyici və diaqnostika qurğularının və ardıcıl nəql zamanı ayırıcıların işə salınması və qəbulu məntəqələri və s. ilə birlikdə;

- boru kəmərinin elektrokimyəvi korroziyadan mühafizə qurğuları, texnoloji rabitə xətləri və qurğuları, kəmər tələmə-xanika qurğuları;

- boru kəmərinə xidmət edən elektrik naqilləri, elektrik təchizatı və bağlayıcı armaturun distansion idarəetmə qurğuları, köməkçi sistemlərin və katod mühafizə stansiyasının qidalanması qurğuları;

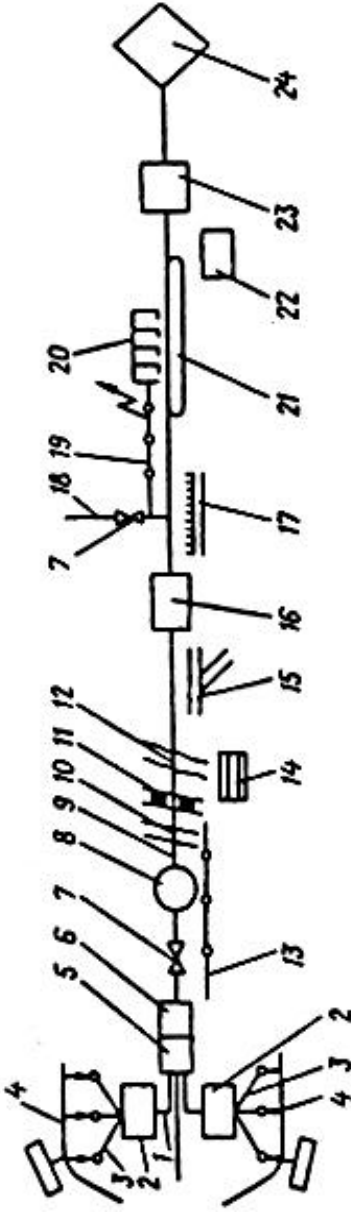
- yangından mühafizə vasitələri, boru kəmərlərinin eroziya əleyhinə və mühafizə qurğuları;

- kondensatın saxlanması və qızdırılması çənləri, qəza neftinin axıdılması üçün torpaq anbar, boru kəmərlərinin istismarının bina və tikililəri.

- tras boyu neft kəmərlərindən keçən yol keçidləri, daimi yollar və vertolyot meydançaları;

- boru kəmərinin yerləşdiyi sahənin tanınma və işarə nişanları, göstəricilər və xəbərdaredici nişanlar.

Magistral boru kəmərlərinin əsas elementləri – bir-birinə qaynaq edilmiş borulardan ibarətdir. Bir qayda olaraq, magistral kəmərləri borunun üst səthindən 0,8 m dərinliyində olmaqla xəndəyə düzülür. Magistral kəmərlər üçün diametri 1220 mm-ə qədər olan borulardan (magistral qaz kəmərləri üçün 1420 mm-ə qədər) istifadə edilir.

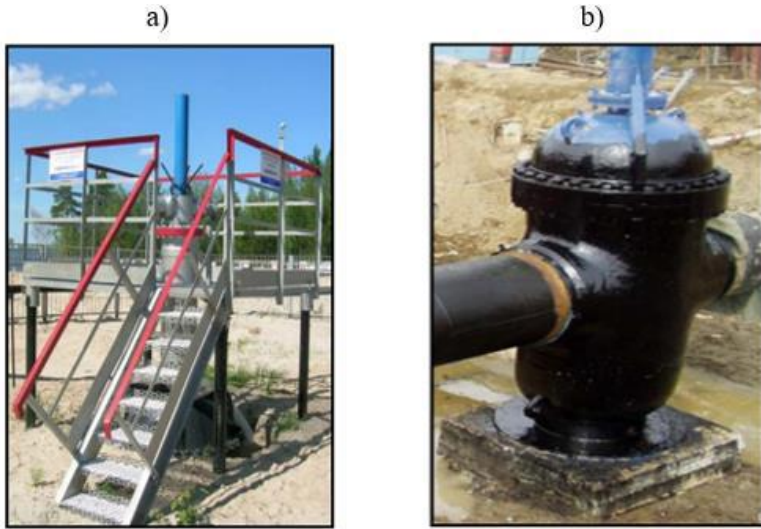


Şək. 1.4. Magistral neft kəmərinin tərkib hissələri

1- neft-yığım mədən boru kəmərləri; 2- neft-yığım məntəqəsi; 3- neft quyusu və quyuy ağzından neft-yığım məntəqəsinədək olan neft kəməri; 4- sulaşma nasosu ilə neft kəməri; 5- çənlər parkı olan baş tikili; 6- baş nasos stansiyası; 7- quyuda bağlayıcı armatür (qəpəyici siyirtmə); 8- təmizləmə və diaqnostika qurğusu üçün işə salma və qəbul məntəqəsi; 9- magistral neft kəməri; 10- kiçik təbii (və ya süni) maneədən keçid; 11- dəmir (və ya avtomobil) yolundan keçid; 12- iri su maneəsindən keçid; 13- texnoloji rabitə xətti; 14- qəza üçün boru ehtiyatı; 15- trasboyu istismar yolu və oraya giriş yolu; 16- çənlər parkı olan aralıq nasos stansiyası; 17- mühafizə qurğusu; 18- aralıq istehlakçı üçün atqı xətti; 19- elektrik xətti; 20- elektrokimyəvi mühafizə sistemi; 21- lupinq; 22- vertolyot meydançası; 23- çəni olan son nasos stansiyası; 24- istehlakçı.

Boruların divarının qalınlığı boru kəməri üçün layihədə nəzərdə tutulmuş təzyiqə əsasən müəyyən edilir.

Xətti hissədə qəza və ya təmir işləri zamanı kəmərin müəyyən bir hissələrinin istismar prosesinin dayandırılması üçün xətti bağlayıcı armaturlardan istifadə edilir (şək. 1.5, a). Diametri 400 mm-dən böyük olan armaturlar bünövrə üzərində quraşdırılır (şək. 1.5, b).



Şək. 1.5. Bağlayıcı armaturun quraşdırılması

Boru kəmərinin trası boyu dispetçer təyinatlı rabitə xətləri (telefon, radioəlaqə) keçir. Dispetçer rabitəsi gecə-gündüz rejimində fəaliyyət göstərməlidir.

Baş nasos stansiyasının (BNS) çıxışındakı siyirtmə magistral neft kəmərinin xətti hissəsinin başlanğıc məntəqəsi, neftayırma zavodunda xam neft üçün nəzərdə tutulmuş çənlər parkının, neft bazasının və ya doldurma estakadasının giriş siyirtməsi isə onun son məntəqəsi hesab edilir. Neft vurma stansiyası neft kəməri üzərində hər 70–150 km məsafədə yerləşir.

Neft mädəninin yaxınlığında, yəni neft kəmərinin başlanğıcında baş nasos stansiyası yerləşir (şək. 1.6).



Şək. 1.6. Baş nasos stansiyasının çənlər parkı

Baş nasos stansiyası aralıq nasos stansiyasından həcmi neft kəmərinin iki-üç günlük neft ötürmə qabiliyyətinə bərabər çənlər parkının olması ilə fərqlənir.

Hər bir baş nasos stansiyasında əsas obyektlərdən başqa, bir sıra köməkçi tikililər mövcud olur: elektrik ötürücü xətləri ilə verilən gərginliyi aşağı salmaq üçün (110 və ya 35 kv-dan 6 kv-a qədər) transformator stansiyası, qazanxana, həmçinin su təchizatı, kanalizasiya, soyutma sistemləri və s.

Neft kəmərinin ümümi uzunluğu 800 km-dən çox olarsa, o, hər birində nasos stansiyalarının sərbəst fəaliyyət göstərmək imkanı olan 100–300 km uzunluğunda istismar sahələrinə bölünür. İstismar sahələrinin sərhəddində yerləşdirilən aralıq nasos stansiyaları həcmi neft kəmərinin gündəlik neft ötürmə qabiliyyətinin 0,3–1,5 mislinə bərabər çənlər parkı ilə təchiz edilməlidir. Həm baş, həm də aralıq nasos stansiyaları basqıaltı nasoslarla təchiz edilməlidir.

Neft kəmərinin trasında nefti dəmir yolu (şək. 1.7) və avtomobil (şək. 1.8) sisternlərinə boşaltmaq məqsədilə doldurub-boşaltma məntəqələri tikilir.



Şək. 1.7. Neftin dəmir yolu sisternlərinə doldurulma məntəqəsi



Şək. 1.8. Neftin avtomobil sisternlərinə doldurulma məntəqəsi

Neft kəmərinin son məntəqəsi—ya neft emalı zavodunun xam neft parkı (şək. 1.9), ya da ötürücü neft bazası (adətən, tankerlərlə neftin neft emalı müəssisələrinə nəqli və ya xaricə ixrac edilməsi üçün) dəniz neft bazası hesab edilir (şək.1.10).



Şək. 1.9. Neft emalı zavodunun xam neft parkı



Şək. 1.10. Dəniz neft doldurma terminalı

Magistral neft kəməri rayonun neft kəmərləri idarəsinə və ya kəmərin uzunluğundan asılı olaraq, bir neçə rayonu əhatə edən idarənin tərkibinə daxil olur. Neft kəmərləri idarəsi aşağıdakı xidmət strukturlarına malik olur: dispetçer; nasos qurğuları, elektrik, su və istilik təchizatı operatorları; təmir-bərpa; nəzarət-ölçmə və boru kəmərinin korroziyadan mühafizə cihazlarının is-

tismarı; rabbitə; kəmərin su maneələrindən keçidlərinin istismarı; laboratoriyalar; avtonəqliyyat parkı və s.

Magistral neft kəmərinin xətti hissəsinin istismarı xidməti nasos stansiyasına həvalə olunur. Neft kəməri trasında bir neçə nasos stansiyası yerləşərsə, kəmərlər bu stansiyalar arasında istismar sahələrinə bölünür, sərhədləri istismara cavabdeh stansiyanı göstərmək şərti müəssisənin əmri ilə müəyyən edilir. Nasos stansiyası nəzərdə tutulmayan kəmərlərdə isə bu işləri görmək məqsədi ilə təmir-bərpa məntəqəsi təşkil edilir.

1.3. Magistral qaz kəmərlərinin əsas tikililəri və tərkib hissələri

Magistral qaz kəmərinin tərkib hissələrinə aşağıdakılar daxildir: baş tikililər; xətti hissə və ya qaz kəməri; kompressor stansiyaları (KS); qaz paylayıcı stansiyalar (QPS); yeraltı qaz saxlama anbarları (YQA); təmir-istismar xidməti obyektləri; boru kəmərinin elektrokimyəvi korroziyadan mühafizə sistemləri; qaz kəmərinin fəaliyyətini təmin edən əlavə qurğular (elektrik xətləri, su təchizatı, kanalizasiya sistemləri və s.); inzibati və kommunal-yaşayış binaları.

Qaz, mədənlərdə hasil edilərək, istehlakçıya qədər uzun və mürəkkəb məsafə qət edir. Mədəndə yüksək lay təzyiqi ilə çıxan qaz yığılma kəmərləri ilə qaz-yığılma məntəqəsinə daxil olur, qaz-yığılma məntəqəsindən mədən yığılma kollektoruna, oradan isə baş tikililərə nəql edilir.

Qazın nəqlə hazırlandığı qurğular qaz kəmərinin baş tikililəri adlanır. Burada qaz tozdan və müxtəlif mənşəli mexaniki hissəciklərdən təmizlənir, nəmliyi qurudulur və əmtəə məhsulu şəklinə gətirilir. Qaz kəmərinə və qurğularda baş verə biləcək sızma hallarının asan aşkar edilməsi məqsədilə hazırlıq mərhələsini keçən qazlara odorizasiya qurğuları vasitəsilə spesifik qoxuya malik odorantlar əlavə edilir. Bu şəkildə hazırlanmış qaz baş kompressor stansiyasına daxil olur.

Qazın nəqlə hazırlanması üçün lazım olan kompleks qurğular qaz kəmərinin başlanğıcında yerləşən kompressor stansiyasının ərazisində yerləşdirilir. Baş KS-də qaz nominal iş təzyiqində (7,5 MPa) sıxılaraq magistral qaz kəmərinin xətti hissəsinə verilir. Xətti hissə - qaynaq edilmiş ayrı-ayrı boruların birləşdiyi kəsilməz xətt olub, magistral qaz kəmərinin əsas tərkib hissəsi hesab olunur (şək. 1.11).



Şək. 1.11. Qaz kəmərinin xətti hissəsi

Xətti hissəyə, həmçinin dəmir yolu və avtomobil yollarından, çaylardan, bataqlıqlardan, yarıqlardan və s. keçidlər, texnoloji rabitə və elektrik verilişi xətləri, trasboyu və yanacaq yolları, qaz kəmərinin elektrokimyəvi korroziyadan mühafizə sistemləri, təmizləyici qurğuların daxil edilmə və qəbulu qovşaqları aid edilir. Qazın nəqli zamanı kəmərdə təzyiq düşür. Onun tənzimlənməsi və normal səviyyəyə qaldırılması məqsədilə boru kəmərinin trası boyu aralıq kompressor stansiyaları (AKS) yerləşdirilir. Orada qaz lazımı təzyiqə qədər sıxılır, ehtiyac yarandıqda tozdan və zərərli qarışıqlardan təmizlənir, qurudulur və soyudulur. AKS bir-birindən 120–150 km aralıqda yerləşdirilir. Müasir KS – magistral qaz kəmərinin işi-

nin etibarlılığını müəyyən edən mürəkkəb qurğular kompleksidir. Qazvuran aqreqatların yerləşdiyi kompressor sexi vurucu və qaz turbini (və ya elektrik mühərrikinin) intiqalından ibarətdir. Vurucu – bir və ya iki pilləli kompressor olub, gücü 4-25 MVt olur.

Magistral qaz kəmərinin son obyektı qaz paylayıcı stansiyadır (QPS). QPS-lər qazın təzyiqinin istehlakçıların tələbatlarına uyğun aşağı salınması (0,3 – 1,2 Mpa-a qədər) məqsədini güdürlər. QPS-lərdə qaz əlavə olaraq susuzlaşdırılır, təmizlənir, odorizasiya olunur və istehlakçıların qaz kəmərlərinə nəql edilir.

Qaz istehlakının mövsümi qeyri-bərabərliyini tənzimləmək məqsədilə iri şəhərlərin və sənaye mərkəzlərinin yaxınlığında yeraltı qaz saxlama anbarları (YQA) yaradılır. Yayda hasil edilən qaz anbara vurulur, qışda isə istehlakçılara nəql edilir. YQA-lar ya su laylarında (horizontlarında), ya da tükənmiş neft-qaz yataqlarında yaradılır. Tükənmiş neft-qaz yataqlarında yaradılan YQA-lar iqtisadi cəhətdən daha məqsədyönlü hesab edilir.

Belə anbarların obyektlər kompleksinə istismar və nəzarət quyuları, quyulardan yığım-paylama məntəqələrinədək olan boru kəmərləri şleyfləri, kollektorlar, qazın sonrakı nəqlə hazırlanması qurğuları olan kompressor stansiyaları daxildir.

Magistral qaz kəmərlərinin tərkibinə aşağıdakılar daxildir:

- xətti hissə (atqı xətləri, lupinlər, bağlayıcı armaturlar, təbii və süni maneələrdən keçidlər, təmizləyici qurğuların və defektoskopların daxil etmə və qəbulu düyünləri, kondensat tutucu və saxlama düyünləri, metanolun qaz kəmərinə daxil edilməsi qurğuları);

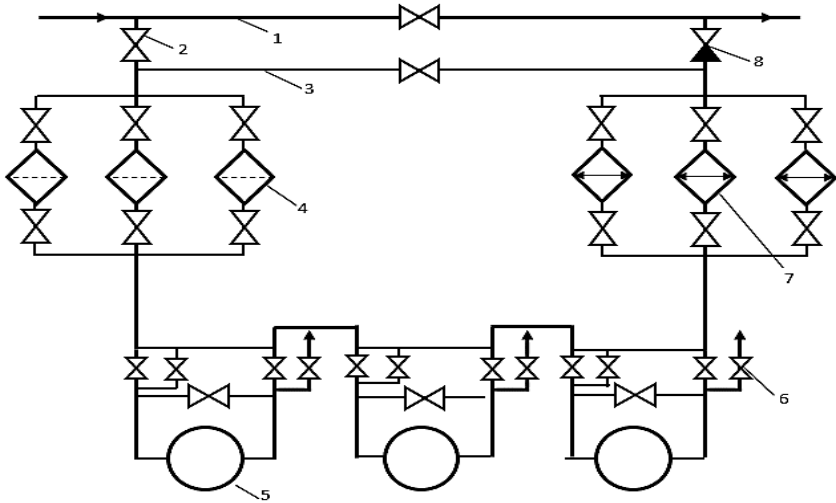
- kompressor stansiyaları (KS) və onların qoşulma qovşaqları (şək. 1.12), qaz paylayıcı stansiyalar (QPS), yeraltı qaz anbarları, qazın soyudulması stansiyası (QSS), qaz ölçmə stansiyası (QÖS);



Şək. 1.12. Magistral qaz kəmərinin kompressor stansiyası

Kompressor stansiyalarının tikilməsində məqsəd qazın kəməərə vurulmasıdır. Bundan əlavə, KS-də qazın mayedən və mexaniki hissəciklərdən təmizlənməsi və qurudulması həyata keçirilir. Kompressor stansiyasının prinsipial texnoloji sxemi şək. 1.13-də göstərilmişdir. Qaz magistral kəmərdən (1) açıq kranla (2) toz tutucu bloka (4) daxil olur. Maye və bərk hissəciklərdən təmizləndikdən sonra qaz sıxıcı aqreqlatlarda (5) sıxılaraq, hava ilə soyutma aparatından (7) və əks klapandan (8) keçməklə magistral qaz kəmərinə (1) daxil olur. Toz tutucuları, qaz vurucu aqreqlatlar və qazın soyutma aparatları kompressor stansiyasının əsas obyektləri adlanır. Onların normal fəaliyyətini həyata keçirmək məqsədilə köməkçi təyinatlı obyektlər tikilir: su, elektrik, yağ təchizatı və havalandırma sistemləri və s.

Qaz sıxıcı aqreqlatların vəzifəsi xətti və yeraltı qaz anbarlarının kompressor stansiyalarında qazın sıxılması və verilən texnoloji parametrlər əsasında nəqlini təmin etməkdir.



Şək. 1.13. Kompresor stansiyasının (mərkəzdənqaçma vurucu ilə işləyən) texnoloji sxemi

1-magistral qaz kəməri; 2-kran; 3-baypas xətti;
4-toz tutucuları; 5-qaz vurucu aqreçat; 6-üfürmə şamları; 7-hava ilə soyutma aparatı; 8-əks klapan.

Qazın soyudulması aparatlarının tətbiqində məqsəd sıxılan zaman qızan qazın soyudulmasıdır. Bu qazın özlülüyünün qalxmasına və nəql xərclərinin artmasına səbəb olur. Bundan başqa, qazın temperaturunun qalxması kəmərin mühafizə qatına mənfi təsir göstərir və borunun divarında əlavə uzununa gərginliklər yaradır. Qaz hava və ya su ilə soyudulur. Onun su ilə soyudulması zamanı boru kəmərləri sistemləri və nasosların köməkliliyi ilə su ilə soyuducu qurğularına birləşdirilən müxtəlif istilik dəyişdiricilərindən (kojuxlar, “boru boruda” tipli konstruktiv elementlər və s.) istifadə edilir. Qazın soyudulmasının bu üsulu, bir qayda olaraq, porşenli qazmotoskompresorlarla birgə tətbiq edilir.

Magistral qaz kəmərlərində daha geniş tətbiq edilən üsul qazın hava ilə soyudulması üsuludur. Bu məqsədlə müxtəlif

növlü hava ilə soyutma aparatlarından istifadə edilir. Konstruktiv olaraq hava ilə soyutma aparatı pərlərinin diametri 2–7 m olan ventilyator olub, havanı aşağıdan yuxarıya sıxaraq şələ şəkildə paralel borularla hərəkət edən qazı soyudur. Ventilyatorların intiqalı rolunda gücü 10–100 kVt olan elektrik mühərriklərindən istifadə edilir. Hava ilə soyutma üsulunun üstünlükləri kiçik konstruksiyasının sadəliyini, işinin etibarlılığını, soyuducu agentin (havanın) qabaqcadan soyudulmasına ehtiyac olmadığını və s. göstərmək olar.

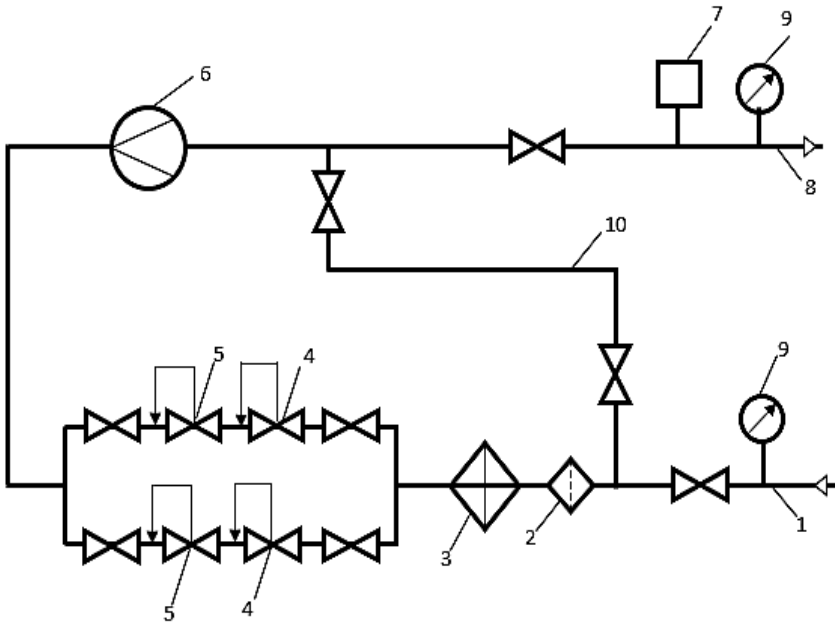


Şək. 1.14. Qaz paylayıcı stansiya

Hər bir magistral qaz kəmərinin və ya onun atqı xəttinin sonunda qaz paylayıcı stansiyalar quraşdırılır (şək. 1.14). Sənayedə və məişətdə işlədilən qaz avadanlıqları daha aşağı təzyiqlə hesablandığından magistral qaz kəmərləri ilə nəql edilən yüksək təzyiqli qaz birbaşa istehlakçıya verilə bilməz. Digər tərəfdən qurğuların işinin etibarlılığını təmin etmək üçün qaz qarışıqlardan (mexaniki hissəciklər və kondensat) təmizlənir və baş

verə biləcək sızma hallarını vaxtında aşkar etmək üçün ona spesifik qoxu verilir, yəni odorizasiya edilir. Qazın təzyiqinin tələb olunan səviyyəyə salınması, onun təmizlənməsi, odorizasiya olunması və həcmnin ölçülməsi qaz paylayıcı stansiyalarda həyata keçirilir.

Qaz paylayıcı stansiyanın prinsipial sxemi şək. 1.15-də göstərilmişdir. Qaz giriş xətti (10) ilə QPS-ə daxil olur. Burada o, filtdən (2) keçərək təmizlənir, qızdırıcıda (3) qızdırılır, təzyiq tənzimləyicidə (5) sıxılır. Sonra sərff ölçənlə qazın həcmi ölçülür və odorizator vasitəsilə ona odorant əlavə edilir.



Şək. 1.15. Qaz paylayıcı stansiyanın prinsipial sxemi

- 1-giriş xətti; 2-filtr; 3-qaz qızdırıcısı; 4-nəzarət klapanı;
5-“özündən sonra” tipli təzyiq tənzimləyicisi; 6-qazın sərfini ölçən; 7-odorizator; 8-çixış xətti; 9-manometr; 10-baypas

Qazın sıxılmadan qabaq qızdırılması onunla bağlıdır ki, Coul-Tomson effektinə görə təzyiqin qaldırılması (drosselləşmə) qazın soyuması ilə müşayiət olunur. Bu isə qaz hidratlarının yaranaraq boru kəmərinin en kəsiyini daraltması ilə nəticələnə bilər.

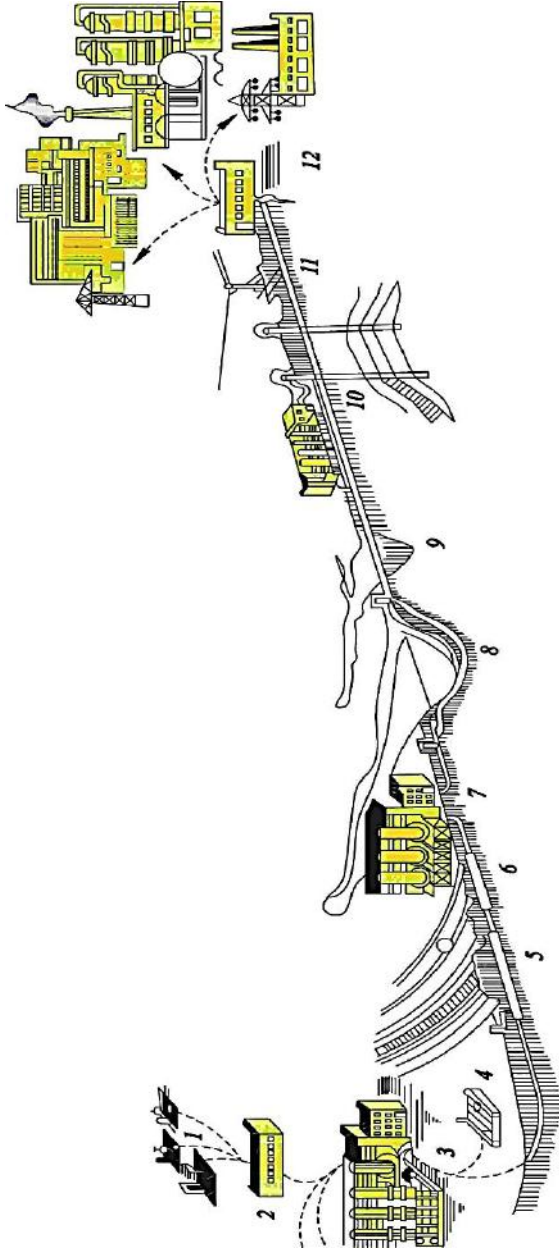
- qaz kəmərlərinin korroziyadan elektrokimyəvi mühafizə qurğuları (EKM), qaz kəmərlərinə xidmət üçün nəzərdə tutulmuş elektrik verilişi xətləri, elektrik təchizatı, qapayıcı armaturların və EKM qurğularının məsafədən idarə edilməsi qurğuları;

- texnoloji rabitə xətləri və qurğuları, telemexanika vasitələri, yanğından mühafizə qurğuları, qaz kondensatının qazsızlaşdırılması, yığılması və saxlanması üçün tutumlar;

- bina və qurğular;

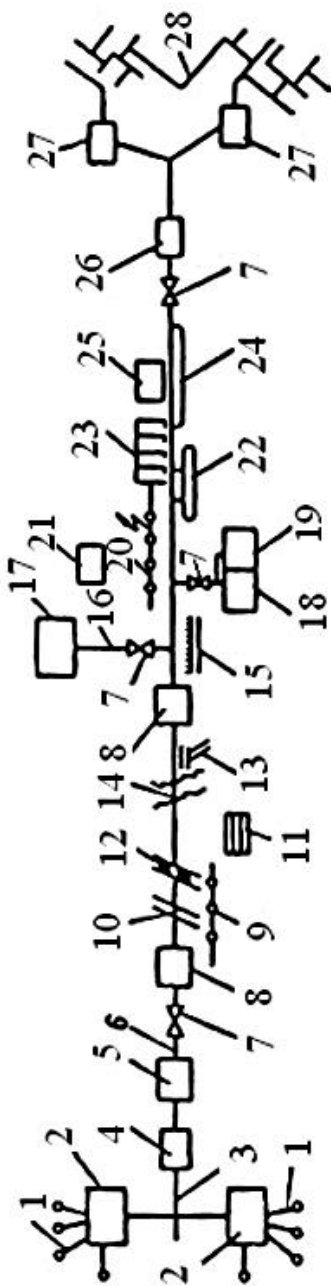
- qaz kəmərinin trası boyu yerləşdirilmiş daimi yollar və vertolyot meydançaları və onlara girişlər, qaz kəmərlərinin yerləşmə yerini göstərən tanıtıcı və xəbərdaredici işarələr.

Magistral qaz kəmərlərinin bütün qurğuları kompleksinin sxemi şəkl. 1.16-da göstərilmişdir. Bəzi hallarda mədəndən kondensat və ya qazı baş qurğulara nəql edən daşıyıcı kəmərlər də magistral qaz kəmərlərinin tərkib hissələrinə aid edilir. Qazın mədəndən istehlakçıya çatdırılması sistemi özündə vahid texnoloji zənciri təşkil edir. Qaz quyudan lay təzyiqi ilə yığım qaz kəmərləri ilə qaz-yığım məntəqəsindən keçməklə qazın hazırlanması qurğularına daxil olur, orada qurudulur, mexaniki və zərərli qarışıqlardan təmizlənir və ilkin olaraq həcmi ölçülür. Qaz-yığım məntəqəsindən qaz mədən qaz yığım kollektoruna, oradan isə baş qurğulara - qazın kompleks hazırlanması qurğularına (QKHQ) nəql edilir. QKHQ-də qaz təmizlənir, susuzlaşdırılır, əmtəə səviyyəsinə çatdırılır və həcmi yenidən ölçülür. Sonra baş kompressor stansiyasına daxil olur, qaz vuruca aqreqatlar vasitəsilə magistral qaz kəmərinin xətti hissəsinə nəql edilir (şəkl. 1.17).



Şək. 1.16. Magistral qaz kəmərlərinin qurğu və tikillərinin sxemi

1-qaz mədəni; 2-qaz yığıcı məntəqəsi; 3-təmizləyici qurğuları olan baş kompressor stansiyası; 4-qaz paylayıcı stansiyaya boru xətti; 5 və 6-uyğun olaraq dəmir və şosse yollarından keçidlər; 7-aralıq kompressor stansiyası; 8 və 9-uyğun olaraq çay və yağanlardan keçidlər; 10-yeraltı qaz anbarı; 11-katod mühafizəsi stansiyası; 12-sonda qazpaylayıcı stansiya



Şək. 1.17. Magistral qaz kəmərinin tərkib hissələri

1-qaz quyusu; 2-qaz yığıcı məntəqəsi; 3-mədən qaz kollektoru; 4-baş qurğular; 5-baş kompressor stansiyası; 6-magistral qaz kəməri; 7- qapayıcı armatür (üfurmə şamları olan ayırıcı kranlar); 8-aralıq kompressor stansiyası; 9-texnoloji rabitə xətti; 10-küçük təbii və ya süni maneədən keçid; 11-qəza boru ehtiyatı; 12- demir yolu və ya avtomobil şossesindən keçid; 13-tras boyu istismar avtomobil yolu; 14-böyük su maneəsindən keçid; 15-mühafizə qurğusu; 16-magistral qaz kəmərinin atqı xətti; 17-QPS; 18-YQA; 19-YQA-da kompressor stansiyası; 20-elektrik veriliş xətti; 21-xətti təmirçi-rabitəçi üçün ev; 22-üfurmə şamı olan su və ya kondensat tutucusu; 23-elektrokimyəvi mühafizə sistemi; 24-lupinq; 25-vertolyot meydançası; 26-son qaz paylama stansiyası; 27-qaz paylayıcı məntəqə; 28-şəhər qaz təchizatı şəbəkəsi.

Magistral kəmərin tikintisi - xətti qapayıcı avadanlıqlar, qaz kəmərinin təmizləyici qurğuları, təbii və süni mənəldəndən keçidlər, su və kondensat tutucuları, korroziyadan mühafizə stansiyaları, drenaj qurğuları, texnoloji rabitə xətləri, nəql olunan qazın müəyyən hissəsinin istehlakçılara verilməsi üçün atqı xətləri, lupinqlər, qəza boru ehtiyatı anbarları, vertolyot meydançaları və xətti istismar xidməti obyektlərinin kompleks şəkildə istismara verilməsini nəzərdə tutur.

Atqı xətti dedikdə nəql edilən qazın müəyyən hissəsinin ayrı-ayrı yaşayış məntəqələrinə və sənaye müəssisələrinə verilməsi üçün bilavasitə magistral qaz kəmərinə birləşdirilən boru kəməri nəzərdə tutulur.

Trasın relyefindən asılı olaraq, qəza və ya təmir işləri zamanı kəmərin müəyyən hissəsində qazın nəqlini məhdudlaşdırmaq məqsədilə qaz kəmərinə 10-30 km intervalla xətti kranlar (şək. 1.18) quraşdırılır.



Şək. 1.18. Xətti kran qovşağı

Xətti bağlayıcı qurğular (kranlar) arasındakı məsafə 30 km-dən çox ola bilməz. Paralel çəkilmiş qaz kəmərlərində kəmərin uzunluğu boyu bağlayıcı armaturlar bir-birindən 100 m, mürəkkəb şəraitlərdə isə (bataqlıq, dağ şəraiti, təbii və süni maneələr) 50 metrədən az olmayaraq aralı quraşdırılır. Bağlayıcı xətti kranların əllə (mexaniki) və ya məsafədən (KS-nın operator otağından) idarə edilməsi nəzərdə tutula bilər. Xətti armatur avtomatik qapanma mexanizmi ilə təchiz edilməlidir. Xətti kranın hər iki tərəfində qazın atmosfərə buraxılması üçün şam borusu nəzərdə tutulur.

Bir texnoloji dəhlizdə iki və daha çox magistral qaz kəmərinin tikilməsi zamanı həmin kəmərlərin öz aralarında əlaqələndiricilərlə (baypas), qapayıcı armaturlar quraşdırmaqla, əlaqələndirilməsi nəzərdə tutulur. Əlaqələndiricilər 40 km-dən az olmayan məsafədə, xətti kranların yanında və bir-birindən 60 km-dən aralı olmayaraq, həmçinin KS-dan öndə və sonra quraşdırılır. Birləşdirici - birləşdirilən xətlərdən diametri ən kiçik olanın diametrinin 0,7 mislinə bərabər diametrlə borulardan hazırlanır. Fərqli işçi təzyiqlərə malik qaz kəmərlərinin birləşdirilməsi zamanı birləşdiricilər həm də tənzimləyici qurğularla təchiz edilir.

Magistral qaz kəmərlərinin köməkçi xətti qurğuları və tikişləri, prinsip etibarilə magistral neft kəmərlərininkindən fərqlənmir. Onlara tras boyu yollar, vertolyot meydançaları, qəza boru ehtiyatı meydançaları, xətti xidmət işçilərinin tikililəri və s. aiddir.

Magistral qaz kəmərlərinin yuxarı obyektlərinə kompressor stansiyaları və qaz paylayıcı stansiyalar aiddir. KS-nın əsas tikililərinə kompressor sexi; təmir, xidmət və istismar blokları; toztutucular meydançası; qazın qurudulması qurğuları və s. daxildir.

Bəzi hallarda baş tikililər və baş kompressor stansiyası vahid meydança kompleksi təsəvvürü yaradır. Kompresor stansiyaları qaz kəmərinin trası üzərində bir-birindən 80 – 150 km məsafədə yerləşdirilir.

Lay təzyiqli düşən zaman qaz mədənləri yaxınlığında əlavə sıxıcı kompressor stansiyaları tikilir ki, burada qaz magistral qaz kəmərinin əsas kompressor stansiyasına verilməzdən əvvəl onun təzyiqli 5,5 -7,5 MPa-a çatdırılır.

İstehlakçılara nəql edilmək üçün QPS-lərə daxil olan qaz əlavə olaraq susuzlaşdırılır, təmizlənilir və təzyiqli aşağı salınır (şəhər qaz kəmərlərinin təsnifatına uyğun olaraq 1,2 MPa), həcmi ölçülür və ayrı-ayrı istehlakçıların qaz kəmərlərinə paylanır.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, qaz istehlakının mövsümi qeyri-bərabərliyini aradan qaldırmaq üçün yeraltı qaz saxlama anbarları tikilir. YQA-lar iri həcmdə qaz həcmələrinin saxlanması təmin edə bilirlər. Texniki-iqtisadi təsəvvürlərə görə saxlanılan qazın əsas hissəsi (80-85%) tükənmiş neft, qaz və qaz-kondensat yataqlarında, digər hissəsi (15-20%) isə su laylarında və duz şaxtalarında salınmış anbarlarda saxlanılır.

Qazın saxlanması üçün həm də qazqolderlərdən (ingilis dilində *gasholder*, *gas* – qaz və *holder* – saxlayan) istifadə olunur. Qazqolderlər, əsasən təbii qazın istehlakının sutkalıq tərəddüdlərini kompensasiya etmək məqsədi güdür.

Qazqolder – stasionar polad qurğu olub, qazın qəbulu, saxlanması və paylayıcı kəmərlərə (və ya emal müəssisələrinə) verilməsini həyata keçirir. Qazqolderlər dəyişən və sabit həcmli olurlar.

Şəhərlərdə, əksər hallarda uzunluğu 17, diametri 3 metrə yaxın yüksək təzyiqli silindrik formalı və ya diametri 10 metrə yaxın olan, 1,8 MPa-a hesablanmış kürə şəkilli sabit həcmli qazqolderlərdən istifadə edilir.

Sıxılmış metan qazının sahil bazalarında saxlanması və tankerlərlə daşınması zamanı gücləndirilmiş istilik mühafizə örtüyü olan xüsusi çənlərdən istifadə olunur. Sıxılmış metandan da qaz istehlakının mövsümi qeyri-bərabərliyini aradan qaldırmaq üçün istifadə edilir.

1.4. Maye qazların boru kəmərləri ilə nəqlinin özl xüsusiyyətləri

Təbii qaz atmosfer təzyiqində sıxılıqda onun həcmi 600 dəfədən çox azalır. Bunun sayəsində böyük həcmlərdə qazı nəql edən boru kəmərlərinin diametrini azaltmaqla sərmayə qoyuluşunda əhəmiyyətli qənaətə nail olmaq mümkündür.

Metanı atmosfer təzyiqində mayeyə çevirmək üçün onu - 162⁰ C-yə qədər soyutmaq lazımdır. Ona görə də sıxılmış qazların boru kəməri ilə nəqli yalnız aşağı temperaturlarda mümkündür.

Maye qazın nəqli aşağıdakı qaydada həyata keçirilir: mədəndən maye qaz zavoduna nəql olunan qaz orada təmizlənir, qurudulur, sıxılır və kondensləşməyən qarışıqlardan ayrılır.

Maye qaz zavodunun yaxınlığında (və ya bilavasitə ərazisində) baş nasos stansiyası yerləşdirilir. Onun tərkibinə qəbul çənləri, əsas və basqıaltı nasoslar və ölçü qovşaqları daxildir. Bir qayda olaraq, baş nasos stansiyasında yüksək təzyiqli horizontal silindrik çənlər quraşdırılır.

Maye qazın vurulması mərkəzdənqaçma nasosları vasitəsilə həyata keçirilir. Bu nasoslar neft və ya neft məhsullarını vuran nasoslardan fərqlidir. Sıxılmış qazların özlülüyünün aşağı olması daha aşağı gücdə nasosların tətbiq edilməsini mümkün edir. Lakin nasosların girişində təzyiq çox olmalıdır ki, sıxılmış qazın əks qazlaşması baş verməsin.

Sıxılmış təbii qazın vurulması 4-5 MPa təzyiq altında, - 100-120⁰C-də həyata keçirilir. Ətraf mühitin temperatur təsiri hesabına qazın qızmasının qarşısını almaq üçün sıxılmış qaz kəmərləri istilik mühafizə örtüyü ilə örtülür, kəmər trası boyunca isə aralıq soyutma stansiyaları yerləşdirilir.

Aralıq nasos stansiyaları bir-birindən 100-400 km aralı quraşdırılır. Neft kəmərləri ilə müqayisədə nasos stansiyaları arasındakı məsafənin qısa olması sıxılmış təbii qazın özlülüyünün az olması ilə bağlıdır.

Məlum olduğu kimi, mərkəzdənqaçma nasosları axında qazın mövcudluğuna çox həssasdır və tərkibdə qazın 2%-dən çox olması kəmərin işinin dayanmasına səbəb ola bilər. Ona görə də sıxılmış qaz kəmərlərində əks qazlaşmanı məhdudlaşdırmaq üçün nəql temperaturunda təzyiğin qiyməti buxar elastikliyindən ən azı 0,5 MPa yuxarı səviyyədə olmalıdır. Bu məqsədlə, aralıq nasos stansiyalarının girişində və boru kəmərinin sonunda “özünə qədər” tipli təzyiqli tənzimləyiciləri quraşdırılır. Bundan əlavə, bəzi hallarda (nasosların işi dayandırılan zaman təzyiğin düşməsi) boruda yaranan qaz fazasının kənarlaşdırılması üçün nasos stansiyalarında nasoslardan qabaq bufer tutumu nəzərdə tutulur. Boru kəmərinin sonunda isə aşağı temperaturlu anbarlar və sıxılmış qazın əks qazlaşması qurğusu yerləşdirilir. Alçaq təzyiqli anbarların yaradılmasında məqsəd istehlakın qeyri-bərabərliyini tənzimləmək üçün sıxılmış qaz ehtiyatlarının yaradılmasıdır. Burada sıxılmış qazın əks qazlaşması baş verir və qaz halına gətirilərək istehlakçılara nəql edilir.

Təbii qazların adi şəraitdə nəqli ilə müqayisədə maye qazların nəqli sistemlərinə sərf edilən ümumi metal sərfi (qaz sıxma zavodu, aşağı temperaturlu qaz anbarı, əks qazlaşma qurğusu da daxil olmaqla) 3-4 dəfə aşağı olur. Digər tərəfdən, qazın nəqlinə çəkilən xərclər aşağı düşür, temperaturun aşağı olması ilə əlaqədar olaraq korroziya proseslərinin intensivliyi aşağı düşür.

Bununla yanaşı, qazın bu üsulla nəqlinin bir sıra çatışmazlıqları vardır:

1. Maye qaz kəmərlərinin xətti hissəsinin və çənlərin tikintisi üçün tərkibində 9% nikel olan poladdan istifadə edilir. Belə poladdan hazırlanmış materiallar aşağı temperaturlu nəql şəraitində yararlılığını uzun müddət qoruyursa da, adi karbonlu poladdan 6 dəfə baha başa gəlir;

2. Kəməre maye qazın vurulması xüsusi kriogen nasoslar vasitəsi ilə həyata keçirilir;

3. Qəzalar zamanı qaz itkiləri adi texnologiya ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə çox olur.

Təbii qazdan başqa digər qazlar da maye halda nəql oluna bilər. Lakin boru kəmərləri ilə sıxılmış karbohidrogen qazlarının (etan, etilen, propan, butan və onların qarışıqları) nəqli daha geniş vüsət almışdır. Sıxılmış karbohidrogen qazlarının istehsalı üçün əsas xammal səmt (neft) qazı, qaz-kondensat yataqlarından hasil edilən və neft emalından alınan “yağlı” qazlar hesab olunur. Sıxılmış karbohidrogen qazının adı onun tərkibində daha çox olan komponentin adı ilə eyni adlandırılır.

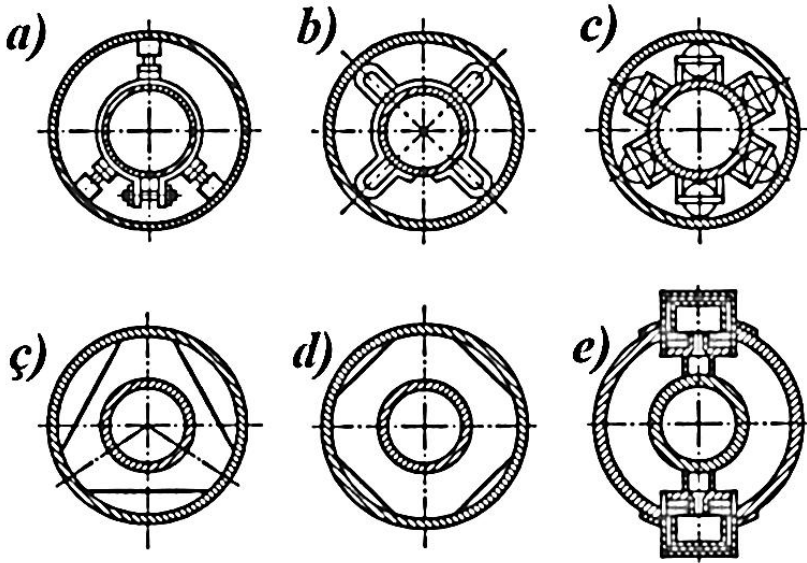
1.4.1. Kriogen boru kəmərləri

Kriogen boru kəmərləri – maye qazların nəql edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur və qaz emalı sənayesində istifadə edilə bilər. Bu boru kəmərlərinin hazırlanması üçün əsas şərt işçi temperaturun qiymətinin $+50^{\circ}\text{C}$ -dən nəql edilən məhsulun mənfi qaynama temperaturlarına qədər dəyişməsi diapazonunda onların iş qabiliyyətinin saxlanılmasıdır.

Uzunluğu qısa, istismar müddəti az və nəql edilən məhsulun sürəti az olarsa, kriogen boru kəmərləri izolyasiya edilməyə bilər. Bütün digər hallarda (maye hidrogenin nəqli üçün isə həmişə) kriogen mayelərlə işləyən boru kəmərləri ətraf mühitlə temperatur mübadiləsinin məhdudlaşdırılması məqsədilə izolyasiya edilməlidir.

Kriogen boru kəmərlərinin müasir sənaye konstruksiyaları, əsasən toz-vakuüm və vakuüm təbəqəsi izolyasiyası əsasında hazırlanır. Kriogen məhsulların doldurulması sistemlərində nisbətən aşağı xətti genişlənmə əmsalına malik 12X18H1 OT və 36HX markalı paslanmayan poladdan olan hamar tikişsiz və ya qaynaqlı borulardan hazırlanmış daxili boru kəmərləri konstruksiyaları daha geniş yayılmışdır. Xarici kojux paslanmayan və ya karbonlu poladdan hazırlanır. Daxili boru ilə xarici kojux

arasındaki fəza tozla (aerogel və ya perlit) doldurulur və ya təbəqəli-vakuum izolyasiya ilə sarnaraq vakuumlaşdırılır. Daxili boru şüşə-plastikdən hazırlanmış müxtəlif konstruksiyalı dayaqqlardan istifadə edilməklə kojuxa (xarici boru) nisbətən sabit vəziyyətdə dizayn edilərək quraşdırılır (şək. 1.19).



Şək. 1.19. Kriogen kəmərlərdə kojuxa nisbətən daxili borunun yerləşdirilməsi üçün dayaq konstruksiyaları

a- barmaqlı; b- məftilli; c, ç- diyircəkli; d-diskli (ləvhəli);
e- salfalı (silindrik şəkilli çıxıntı).

Kriogen kommunikasiyaların dizaynı və quraşdırılması ilə bağlı iki əsas hal mövcuddur.

Birinci halda, boru kəmərinin seksiyalarının hazırlanması və vakuumlaşdırılması tamamilə zavod şəraitində yerinə yetirilir və hazır şəkildə quraşdırılma üçün göndərilir. Tikinti obyektində hazır seksiyalar yığılaraq qaynaq tikişi və ya flənslə birləşdirilir və birləşmə yerləri xüsusi istilik mühafizə qatı ilə ör-

tülür. Zavod şəraitində vakuumlaşdırılmış seksiyaların uzunluqları onların daşınması üçün istifadə olunan nəqliyyat vasitələrinin ölçüləri ilə məhdudlaşır.

İkinci halda, boru kəmərinin seksiyaları izolyasiyalı səthlərə malik olmur. Ayrı-ayrı seksiyalar quraşdırma yerində qaynaq edilərək birləşdirilərək daha böyük uzunluqlu (50-100 m) fərdi izolyasiya örtüklü hissələr əmələ gətirir. Belə səthlərin vakuumlaşdırılması obyektə - boru kəmərinin quraşdırılması başa çatdıqdan sonra yerinə yetirilir. Bu isə çoxsaylı vakuumlaşdırıcı qurğuların tətbiqi ilə həyata keçirilir.

Kriogen qurğuların istehsalı ilə məşğul olan əsas müəssisələrdə boru kəmərlərinin seksiyaları, eləcə də əymələr, üçlüklər, kompensatorlar, dayaqlar, qoruyucu membranlar və s. vahid şəkildə formalaşdırılır.

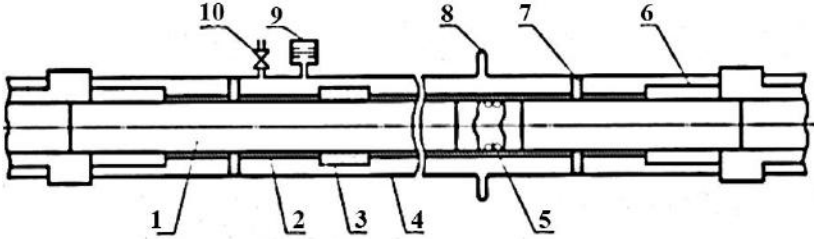
Şək.1.20-də kriogen boru kəmərinin seksiyasının konstruktiv sxemi göstərilmişdir.

Kriogen sistemlərin hazırlanması zamanı kompensəedici qovşaqlara və boru kəmərlərinin quraşdırılacağı əsas estakada və ya keçid kanallarına bərkidilməsinə xüsusi diqqət yetirilməsi tələb olunur. Bu, böyük temperatur tərəddüdləri nəticəsində sistemin soyuması zamanı temperatur deformasiyalarının yaranmasından irəli gəlir. Soyuma zamanı daxili borunun sıxılması silfonun köməkliyi ilə kompensə edilir. İzaftı sıxılmadan qorunmaq məqsədilə silfonlar məhdudlaşdırıcılarla təchiz edilir.

Ümumiyyətlə, temperatur təsirlərini minimuma salmaq üçün mayeləri nəql edən boruların istilikdən genişlənmə əmsalı kiçik olan materiallardan hazırlanması məqsəduyğun hesab olunur.

Daxili silfonların ümumi uzunluğu boru kəmərinin soyuma zamanı temperatur deformasiyasına, xarici kompensatorların uzunluğu isə kojuxun (xarici boru) deformasiyalarına hesablanmalıdır. Konstruksiyaların kiçik deformasiyalarında əksər hallarda linzalı kompensatorlardan istifadə edilir.

Kriogen boru kəmərլərinin hazırlanması zamanı açıla bilən birləşmələrin sayının minimuma endirilməsi çox vacib şərtidir. Belə birləşmələr ən zəruri hallarda tətbiq edilə bilər. Digər birləşmələr isə yalnız qaynaq vasitəsilə yerinə yetirilməlidir.



Şək.1.20. Fərdi izolyasiya örtüklü kriogen boru kəmərinin seksiyasının konstruktiv sxemi

- 1- daxili boru; 2- izolyasiya; 3- adsorbsiya nasosu; 4- kojux;
5- daxili borunun temperatur gərginliklərini tənzimləyən silfonlu kompensator; 6- istilik körpüsü; 7- diskli dayaq; 8- kojuxun temperatur gərginliklərini tənzimləyən linzalı kompensator;
9- dağıla bilən membran; 10- vakuumlu ventill.

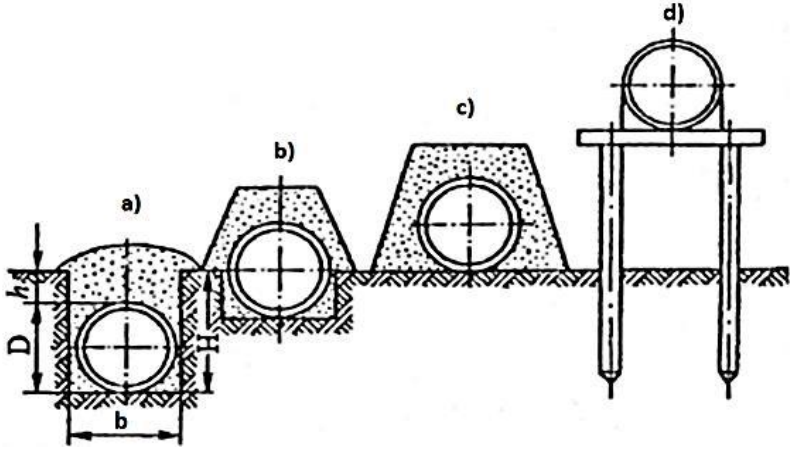
II FƏSİL

MAGİSTRAL NEFT VƏ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN KONSTRUKTİV HƏLLƏRİ VƏ ƏSAS PARAMETRLƏRİ

Magistral neft və qaz kəmərləri və onların əsas qurğuları haqqında ümumi məlumat əldə etdikdən sonra, bu bölmədə magistral boru kəmərlərinin konstruktiv elementləri, tikilmə sxemləri və parametrləri ilə tanış olaq.

2.1. Magistral neft və qaz kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri

Magistral neft və qaz kəmərlərinin əsas tərkib hissəsi onun trası boyu düzülmüş və bir-birinə qaynaq edilmiş ayrı-ayrı borulardan və ya seksiyalardan ibarət olan xətti hissəsi hesab olunur. Xətti hissə müxtəlif coğrafi, geoloji, hidroloji və iqlim şəraitlərində çəkilir. Yer üzərində magistral boru kəmərləri dağ massivləri, keçilməz bataqlıqlar, daimi donuşluq, tundra, səhra, su hövzələri, dəniz və qitələrdə tikilir. Bundan başqa, boru kəmərləri müxtəlif təbii və süni maneələrlə (çaylar, göllər, dəmir və avtomobil yolları, yarğanlar və s.) kəşifir. Müxtəlif şəraitlərin bu siyahısı boru kəmərlərinin etibarlı istismarını təmin edə bilən uyğun konstruktiv həllərin seçilməsini tələb edir. Magistral boru kəmərlərinin çəkilişinin aşağıdakı prinsipial konstruktiv sxemləri mövcuddur: yeraltı (şək. 2.1, a); yarıyeraltı və ya torpağa gömülmüş (şək.2.1, b); yer səthində (şək. 2.1, c) və yerüstü (şək. 2.1, d). Bu və ya digər çəkiliş üsulunun seçilməsi tikinti şəraiti ilə müəyyən olunur və müxtəlif variantların texniki-iqtisadi müqayisəsi əsasında qəbul olunur.



Şək. 2.1. Boru kəmərlərinin çəkiliş sxemləri
a)-yeraltı; b)-yarıyeraltı; c)-yer səthində; d)-yerüstü.

Yeraltı çəkiliş daha geniş yayılmış sxem olub (ümumi çəkilişin təxminən 98%-i qədər), boru kəmərlərinin qruntda düzülməsini nəzərdə tutur. Çəkilişin bu sxemində boru kəməri xəndəyə düzülərək, üstü torpaqla əks doldurulur. Bu zaman xəndəyin dərinliyi borunun diametrindən böyük olmalıdır. Qayada və çınqıllı torpaqlarda yeraltı neft və ya qaz kəmərləri, izolyasiya örtüyünün zədələnməməsi məqsədilə xəndək dibində yumşaq torpaqdan hazırlanmış 10 sm qalınlığında hazırlıq qatının (yastıq) üzərinə düzülərək üstü 20 sm qalınlığında yumşaq torpaqla örtülür. Magistral boru kəmərlərinin su maneələri, bataqlıq, yağın, avtomobil və dəmir yollarından keçidləri əsasən yeraltı sxemlə yerinə yetirilir. Bataqlıqlarda torf layının qalınlığından və hidrojimdən asılı olaraq, yeraltı boru kəmərləri ya qruntda, ya da bilavasitə torf qatının üzərində çəkilir.

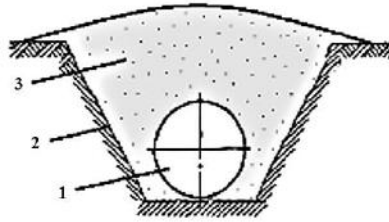
Yeraltı çəkilişdə bütün işlərin maksimal mexanikləşməsi təmin olunur, tikintidən sonra əkin sahələrindən istifadə olunur, boru kəməri stabil atmosfer şəraitində yerləşdiyindən günəşin

radiasiyası və atmosfer çöküntülərinin təsirinə məruz qalmır. Lakin donmuş, qaya və bataqlıq qruntların mövcud olduğu sahələrdə torpaq işlərinin qiymətinin yüksək olması səbəbindən bu cür çəkiliş sxemi iqtisadi cəhətdən əlverişli sayılır. Digər tərəfdən, grunt sularının səviyyəsinin yüksək olduğu sahələrdə boru kəmərinin (xüsusilə, qaz kəmərlərinin) ballastirovka olunması və torpaq korroziyasından etibarlı mühafizə olunması zərurətləri tikintinin qiymətinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur.

Bilavasitə qruntda düzülməklə yanaşı, kanal və tunel çəkiliş sxemləri də mövcuddur. Bu çəkiliş sxemləri, əsasən buxar və neft məhsulları kəmərləri üçün tətbiq edilir. Kanallar keçidsiz, tunellər isə keçidli formada olurlar. Hündürlüyü 1,6 metrədən çox olan tunellər keçidli hesab olunur. Kanal və ya keçidlərin eni çəkilən boruların sayı ilə müəyyən olunur. Kanal və keçidlər yalnız odadavamlı materiallardan tikilir: dəmir-beton, beton, kərpic və ya but daşından. Kanalın dibini, oraya daxil ola biləcək suyun quraşdırılmış su yığıcı quyularına axıdılması məqsədilə maili (açıq neft məhsulları üçün 0,003-0,005; yağ və tünd neft məhsulları üçün 0,005-0,010) hazırlanır. Tunellər bir-birindən 25 metr aralıda yerləşmiş ventilyasiya şaxtaları ilə təchiz olunur və tunelə giriş üçün hər 50 metrədən bir yanmayan materialdan pilləkənlər quraşdırılır. Boru kəmərlərinin tunellərdə çəkilişi digər çəkiliş sxemlərindən bəhsə başa gəlsə də, böyük istismar üstünlüklərinə malikdir.

Magistral neft kəmərlərinin yeraltı çəkilişi (şək. 2.2) aşağıda sadalanan normativ tələblərlə xarakterizə olunur.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün konstruktiv həllərin seçilməsi zamanı mühüm parametr basdırılma dərinliyidir. Bu göstərici borunun diametrindən, ərazidə qrunտun xarakteristikasından asılıdır və borunun üstündən torpağın səthinə-dək olan məsafə kimi qəbul edilir.



Şək. 2.2. Neft-qaz kəmərinin yeraltı çəkiliş sxemi

1-boru kəməri; 2-xəndəyin profili; 3- əks doldurulmuş torpaq.

Boru kəmərinin xəndəyə qoyulma dərinliyi (h_x) cədvəl 2.1-də göstərilən qiymətlərdən kiçik qəbul edilə bilməz.

Kəmərin xəndəyinin dibdə eni: boru kəmərinin diametri 700 mm-dən az olarsa $b=D_{\text{ş}} + 300$ mm; 700 mm və çox olarsa, $b=1,5 \cdot D_{\text{ş}}$; 1200 mm və 1400 mm olarsa, $l:0,5 \cdot b = D_{\text{ş}} + 300$ mm qəbul edilir.

Cədvəl 2.1

Borunun diametrindən və qrunnun xarakteristikalarından asılı olaraq boru kəmərinin torpağa qoyulma dərinliyi

Boru kəmərinin şərti diametri, mm	Boru kəmərinin xəndəyə qoyulma dərinliyi, m
1000-dən kiçik	0.8
1000 və daha böyük	1.0
Qrunnun xarakteristikası:	
- qurudulmalı olan bataqlıq və torflu torpaqlarda	1.1
- qumlu qruntlarda	1.0
- qaya qruntlarında, avtomobil və kənd təsərrüfatı texnikası üçün keçid olmayan bataqlıq ərazilərdə	0.6
- əkin torpaqlarında	1.0
- süni kanallarla kəsişmələrdə (kanalın dibindən)	1.1

Yeraltı çəkiliş sxeminin praktiki olaraq hər yerdə tətbiq edilməsinə baxmayaraq, bəzi yerlərdə bu üsul iqtisadi cəhətdən sərfəli hesab edilmir. Belə sahələrə misal olaraq çoxillik don-

muş torpaqları, dağ relyefini, dağ rayonlarında sürüşmə zonalarını və dağ çayları ilə kəsişmə yerlərini göstərmək olar.

Bataqlıqlarda torf layının gücündən (qalınlığından) və hidravlik rejimdən asılı olaraq, yeraltı boru kəmərlərinin çəkilişi ya qruntda, ya da bilavasitə torf qatının üzərində yerinə yetirilir. Boru kəmərinin belə ərazilərdən keçən hissəsinin axmaması (sürüşərək yerini dəyişməməsi) üçün o xüsusi asılmış yüklərlə (dəmir-beton ballast) ballastlaşdırılır, yəni ağırlaşdırılır (şək. 2.3). Ballast olaraq, boru səthinin betonla örtülməsi və ya yığma dəmir-beton konstruksiyaları seçilə bilər. Ballastlar qrunta ankerlərlə də (şərait imkan verirsə) bərkidilə bilər.



Şək. 2.3. Boru kəmərinin beton ağırlaşdırıcılarla ballastlaşdırılması

Ballastlaşdırma ilə layihələndirilən xəndəklərdə boru kəmərinin basdırılma dərinliyi yer səthindən ballastın üstünə qədər olan məsafə qəbul edilir.

Həm ölkəmizdə, həm də dünya təcrübəsində magistral kəmərlərin tikintisi onların çox da dərin qazılmayan torpaqlarda çəkilişi və üstünün əks doldurulması kimi qəbul edilmişdir. Bo-

uların xəndəkdə çəkilməsi texnologiyasının geniş vüsət alması bir sıra səbəblərlə izah edilə bilər. Başlıca səbəb konstruktiv həllin sadəliyi (yəni, xüsusi daşıyıcı konstruksiyaların—asqıların, dayaqların və s. tələb olunmaması) və boru kəmərlərinin ətraf mühətdən, o cümlədən atmosfer təsirindən etibarlı mühafizə edilməsidir.

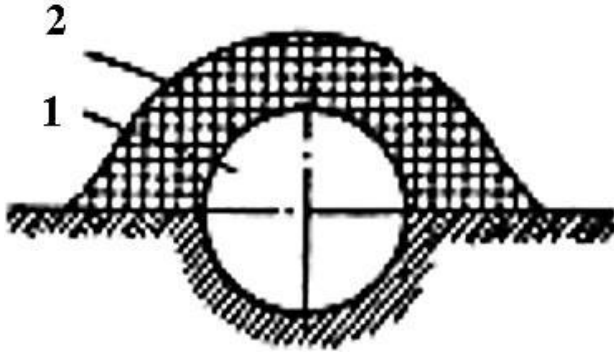
Qaya və çınqıllı torpaqlarda da yeraltı neft və qaz kəmərləri yumşaq torpaqdan hazırlanmış yastıq üzərində və üstü yumşaq torpaqla örtülməklə tikilir. Magistral boru kəmərlərinin izolyasiya örtüyünün qorunmasına xidmət edən bu proses xüsusi futerovka konstruksiyalarından istifadə edilməklə də icra edilir (şək. 2.4).



Şək. 2.4. Boru kəmərinin izolyasiyasını mühafizə edən futerovka qatı

Yarıyeraltı və ya torpağa gömülmüş çəkiliş sxemi bataqlıq, şoran, qayalıq ərazilərdə, habelə sulaşmış torpaqlarda tətbiq edilir. İstisna hallarda boru kəmərləri yerin səthində - tökmədə və ya dayaq üzərində çəkilə bilər (şək. 2.5). Bu sxemlə çəkilən boru kəmərləri onunla xarakterizə olunur ki, borunun alt hissəsi yer səthi ilə eyni səviyyədə düzülür və boru kəməri ta-

mamilə tökmə torpaqla mühafizə olunur. Bu zaman boru kəməri borunun diametrindən kiçik dərinlikdə xəndəyə düzülür, kəmərin xarici təsirlərdən qorunması məqsədilə onun yuxarı hissəsinin (üst tərəfinin) üzərinə torpaq tökülür və yerə gömülür.



Şək. 2.5. Boru kəmərlərinin qismən basdırılmaqla çəkilişi
1-boru kəməri; 2-tökmə torpaq.

Magistral kəmərlərin yarı yeraltı quraşdırılmasına az hallarda rast gəlinir. Bu halda aşağıdakı şərtləri gözləmək lazımdır:

- bataqlıqda, bataqlıqlaşmış və sulaşmış ərazilərdə boru kəmərinin hazırlıq qatının üzərində çəkməklə üstünü torfla, sonra isə mineral qrunla örtmək (gömmək) lazım gəlir. Bu, boru kəmərinin layihə nöqtəsində bərkidilməsi üçün bahalı vasitələrdən (ağırlaşdırıcı ballastlar, ankerlər və s.) istifadə etməməyə imkan verir. Ağırlaşdırıcı və bərkidici qurğuların tətbiqinin daha bir mənfi xüsusiyyəti onların istifadəsi zamanı səth hidrojiminin pozulmasına səbəb olur ki, nəticədə suötürücü qurğuların tikilməsi zərurəti yaranır, yəni bu, əlavə məsələlərə yol açır.

- mineral torpaqla örtülmüş qaya qrunlarında boru kəmərinin planlaşdırılmış (hamarlanmış) səthdə quraşdırmaqla üstünü torpaqla örtmək lazımdır. Bu, qayalı qruntda xəndəyin qazıl-

ması, yumşaq torpaqdan hazırlıq qatının və yastığın hazırlanması kimi bahalı işlərin aradan qaldırılmasına imkan verir.

Boru kəmərinin yarı yeraltı çəkilməsi – qismən bastırılmış çəkiliş formasıdır. Bu zaman xəndəyin (arxın) dərinliyi 0,6-0,8 m təşkil edir.

Yer səthində çəkiliş sxemi, əsasən, tökmə torpaqlarda, bol sulu və bataqlıq ərazilərdə tətbiq edilir. Bu çəkiliş sxeminin bəzi üstünlükləri ilə yanaşı, tökmənin zəif dayanıqlığa malik olması səbəbindən çoxlu suötürmə qurğularının tikintisi zərurəti kimi çatışmayan cəhətləri vardır.

Yerüstü çəkiliş sxemində kəmərlər istilik tərəddüdlərindən mühafizə məqsədilə kompensasiya edici hissələrlə (kompensator) təchiz edirlər. Yerüstü boru kəmərlərinin əsas konstruktiv sxemləri aşağıdakılardır:

- asılı sxem – boru kəməri hündür dayaqlara bərkidilmiş müxtəlif daşıyıcı kanatlara birləşdirilir;

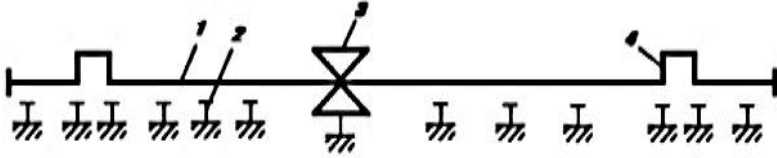
- tir şəkilli sxem – boru kəməri temperatur dəyişmələrindən və daxili təzyiqdən borunun uzanmasını kompensasiya edən müxtəlif konstruktiv elementlərlə təchiz edilir;

- tağlı sxemlər – boru kəməri tağ (arka) şəklində quraşdırılır;

- yükünü özü daşıyan boru kəməri sxemi – (asılmış xətt şəkilli) boru kəməri dayaqdan asılır, boru materialı həm boru kəmərinin, həm də nəql olunan məhsulun ağırlığını daşıyır.

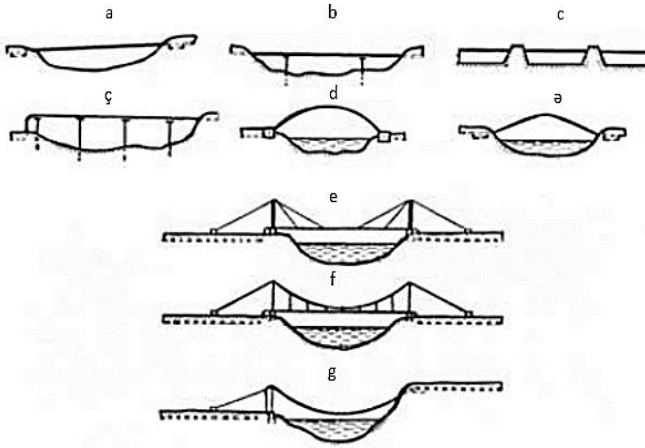
Yerüstü çəkiliş sxemində torpaq işlərinin həcmi minimuma enir, yüksək qiymətə malik olan ağırlaşdırma və torpaq korroziyasından mühafizə tədbirlərinə ehtiyac qalmır. Bununla yanaşı, bu çəkiliş formasının bir sıra çatışmazlıqları vardır: geniş əraziləri tutması, dayaqların hazırlanması, texnikaların keçməsi üçün xüsusi keçidlərin hazırlanması və boru kəmərinin xüsusi tədbirlərin görülməsini zəruri edən günlük və mövsümi temperatur tərəddüdlərinə məruz qalması.

Magistral boru kəmərlərinin xətti hissəsinin (şək. 2.6) və ya ayrı-ayrı sahələrinin (şək. 2.7) yerüstü çəkiliş sxemində boru kəməri yer səthindən müəyyən hündürlükdə xüsusi metal və ya dəmir-beton dayaqlar üzərində quraşdırılır.



Şək. 2.6. Magistral boru kəmərinin yerüstü çəkiliş sxemi

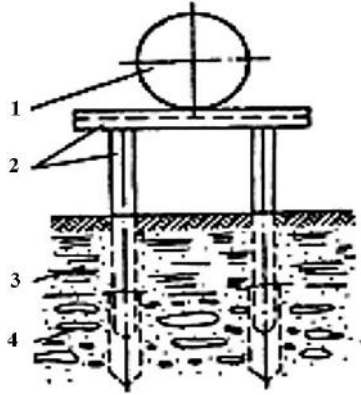
1-boru kəmərinin xətti hissəsi; 2-uzununa yerdəyişməyə imkan verən aralıq dayaq; 3-hərəkətsiz (sərt) dayaq; 4-II-şəkilli kompensator.



Şək. 2.7. Magistral boru kəmərlərinin ayrı-ayrı sahələrinin yerüstü çəkilişi

- a) bir aşırımlı; b) çox aşırımlı; c) torpaq prizmalar üzərində çox aşırımlı; ç) Γ -şəkilli kompensatoru olan, tağlı sistemlər; d) oxunun konturu dairəvi olan birborulu keçid; ə) oxunun konturu üçbucaq çikilli olan keçid; e) kanatlı keçid; f) çevik keçid; g) yükünü özü daşıyan keçid.

Daimi donmuş torpaqlarda yerüstü boru kəmərləri qar örtüyünün səviyyəsindən ən azı 0,5 m, kompensasiya edici sahələr (boru kəmərinin eninə yerdəyişməsi ilə) 0,1 m hündürlükdə quraşdırılır. Şək. 2.8-də çoxillik donmuş torpaqda neft-qaz kəmərinin yerüstü çəkiliş sxemi göstərilmişdir.



Şək. 2.8. Neft-qaz kəmərinin çoxillik donmuş torpaqda yerüstü çəkiliş sxemi

1-boru kəməri; 2-dayaq; 3-möhkəmləndirici qat;
4- çoxillik donmuş qrunt.

Dayaqlarının konstruksiyasından asılı olaraq yerüstü keçidlərin aşağıdakı növləri vardır:

- bir aşırımlı;
- konsolsuz;
- kompensatorsuz bir aşırımlı (torpaq və ya plitə üzərinə oturdulmuş);
 - konsollu çox aşırımlı kompensatorlu (dayaqları dirək, svay və başqa konstruksiyalar olan) və kompensatorsuz, Γ -şəkilli və Π -şəkilli kompensatoru olan;
 - asılmış bir aşırımlı, çox aşırımlı;
 - tağlı.

Bütün boru kəmərləri onların içərisinin boşaldılması və ya onlarda yaranan kondensatın (qazların nəqli zamanı) axıdılması məqsədilə mayenin yığılma nöqtəsi (kondensat tutucu) istiqamətində maili şəkildə quraşdırılmalıdır.

İstisna hallarda texniki-iqtisadi əsaslandırma və boru kəmərlərinin etibarlılığının təminatı şərti ilə neft və qaz kəmərlərinin vahid bir dəhlizdə çəkilməsinə yol verilir. Boru kəmərlə-

rinin çəkilişi tək və ya ümumi texniki dəhlizdə paralel xətlər şəklində yerinə yetirilə bilər.

Texniki dəhliz dedikdə, daxilində paralel boru kəmərləri və ya kommunikasiyalar keçən və hər iki tərəfdən mühafizə zonaları ilə məhdudlaşan torpaq zolağı başa düşülür. Texniki dəhlizdə xətlərin sayı nəql olunan məhsulun ümumi həcmi ilə reqlamentləşdirilir.

Təhlükəsizlik baxımından magistral neft-qaz kəmərləri yaşayış məntəqələrindən, ayrı-ayrı sənaye və kənd təsərrüfatı komplekslərindən, bina və qurğulardan müəyyən məsafədə tikilir. Bu məsafələr boru kəmərinin sinfindən, diametrindən və təhlükəsizlik dərəcəsiindən asılı olaraq müvafiq Tikinti Norma və Qaydaları (TN və Q) ilə reqlamentləşdirilir.

2.2. Magistral boru kəmərlərinin trası

Magistral boru kəmərlərinin trasını neftin, neft məhsullarının və qazın axın istiqamətini müəyyən edən xətt kimi təsəvvür etmək olar. Onun başlanğıc və son nöqtələri vardır. Başlanğıc nöqtə - neft və ya qazın hasil olduğu mədən, son nöqtə isə neft və qazın istehlakçılara paylandığı neft və ya qaz paylama məntəqələridir.

Magistral boru kəmərlərinin trası müxtəlif təbii iqlim zonalarından, geologiya, hidrogeologiya, coğrafi landşaft, ətraf mühitə texnogen təsirlər, onların xarakter və miqyasına görə fərqli olan ərazilərdən keçir. Böyük yük daşıma qabiliyyətinə malik qrunt sahələri ilə yanaşı, bəzən kiçik yük daşıma qabiliyyətli, həmçinin bataqlıq, daimi donuşluq şəraitli və s. qruntlara da rast gəlinir. Belə halların mövcudluğu həm tikinti prosesinin, həm də istismar zamanı işlərin mürəkkəbləşməsinə səbəb olur.

Magistral boru kəmərlərinin trası imkan daxilində açıq, stabil relyefli ərazilərdə seçilir. Dağ massivləri ilə kəsişmələrdə trasın istiqamətləri müxtəlif ola bilər: ərazinin relyefini nəzərə

alaraq, onlar horizontala paralel, perpendikulyar və ya bucaq altında yerləşdirilə bilər, yəni, uzununa və ya eninə əyriliyə malik ola bilərlər.

Sahələrinin kateqoriyasından və onların boru kəmərinin ümumi uzunluğundakı nisbətindən asılı olaraq boru kəmərinin trası üç növdə təsnif edilir:

- xüsusi mürəkkəbliki tras–ümumi uzunluğuna nisbətdə 50%-dən çox I və II kateqoriya mürəkkəbliyə, o cümlədən, 30%-dən az olmayaraq I kateqoriya mürəkkəbliyə malik olan tras;
- yüksək mürəkkəbliki tras–ümumi uzunluğuna nisbətdə 15%-dən 50%-dək I və II kateqoriya mürəkkəbliyə, o cümlədən, 10%-dən az olmayaraq I kateqoriya mürəkkəbliyə malik olan tras;
- normal mürəkkəblili tras–ümumi uzunluğuna nisbətdə 15%-dək I və II kateqoriya mürəkkəbliyə malik olan tras.

Tikinti-quraşdırma işlərinin aparılma texnologiyası trasın növündən asılı olaraq seçilir. Magistral boru kəmərlərinin trasının istiqaməti qaz, neft və neft məhsullarının yük axınının istiqaməti ilə vahid kompleksdə əlaqələndirilir. Boru kəmərlərinin təhlükəli xüsusiyyətlərini (yüksək təzyiq, yanğın və partlayış təhlükəli olması) nəzərə alaraq, onların çəkilişi müəyyən obyektlərdən təhlükəsiz məsafədə həyata keçirilir. Əsas tələb ondan ibarətdir ki, şəhərlərin, yaşayış məntəqələrinin, sənaye və kənd təsərrüfatı müəssisələrinin ərazisində, avtomobil və dəmir yolu ilə bir tuneldə, kabel və digər boru kəmərləri ilə bir xəndəkdə, həmçinin avtomobil və dəmir yolu körpüləri ilə magistral boru kəmərlərinin çəkilişinə yol verilmir.

Yeraltı və yerüstü boru kəmərlərinin sinfindən və diamet-rindən asılı olaraq, onların oxundan yaşayış məntəqələrinə, ay-rı-ayrı sənaye və kənd təsərrüfatı müəssisələrinə, bina və qur-ğulara qədər olan məsafələr mövcud tikinti norma və qaydala-rında təsbit olunmuşdur. Bu məsafələr şəhər və yaşayış məntə-qələri üçün 100-200 m, dəmir yolundan 75-100 m, kompressor və nasos stansiyaları üçün 50-125 m aralığında dəyişir. Komp-

ressor, qaz paylayıcı və nasos stansiyalarının yaşayış məntəqələrindən, müəssisələrdən, bina və qurğulardan olan məsafələri də tikinti norma və qaydaları ilə müəyyən olunur və boru kəmərlərinin diametrindən, stansiyaların kateqoriyasından və təhlükəsizlik tədbirlərinin təminatı zərurətindən asılı olaraq qəbul edilir.

Boru kəmərlərinin texniki dəhlizdə çəkilişi bir xətti və ya digər işlək (və ya layihələndirilən) kəmərlərə paralel şəkildə yerinə yetirilə bilər. Texniki dəhliz deyərkən bir trasda neft, neft məhsulları və qazın nəqli üçün quraşdırılan paralel kəmərlər sistemi başa düşülür. Vahid bir texniki dəhlizdə paralel tikilən və işlək boru kəmərləri arasındakı məsafələr kəmərlərin diametrindən, işlərin təhlükəsiz icrası və istismar prosesinin etibarlılıq şərtlərindən asılı olaraq qəbul edilir. Yeraltı çəkiliş sxemində bu məsafələr boru kəmərinin diametri 400–1400 mm olduqda, 11–32 m təşkil edir. Boru kəmərlərinin trası boyu quraşdırılan bağlayıcı armaturlar arasındakı məsafələr hesablama yolu ilə müəyyən olunur.

2.2.1. Boru kəmərinin trasının seçilməsi üçün əsas tələblər

Boru kəmərlərinin trasının seçilməsi zamanı optimallıq kriteriyası üçün aşağıdakı parametrlər nəzərə alınmalıdır: neft və ya qaz kəmərləri və qurğularının tikintisinə qoyulan kapital qoyuluşu mövcud normalar daxilində olmalıdır; təbiəti mühafizə tədbirlərinə riayət etməklə əsaslı təmir və texniki xidmət işlərini yerinə yetirmə imkanı olmalıdır; nəql edilən neft həcm-ləri müəyyən edilməlidir; boru kəməri tikintisinin konstruktiv sxemləri təhlükəsiz yerinə yetiriləməli və normativ müddətdə başa çatdırılmalıdır.

Neft və ya neft məhsulları kəmərinin yaşayış məntəqəsi və sənaye obyektlərindən məsafəsi: diametr 700 mm-ə qədər ol-

duqda, 500 m-dən, 700 mm-dən çox olduqda isə 1000 m-dən az ola bilməz. Neft kəmərlərinin aşağı hissəsində qəza zamanı axan neftin kənarlaşdırılması məqsədilə küveytin tikintisi nəzərdə tutulmalıdır. Küveytlər layihələndirilən zaman onların yaşayış məntəqələri üçün təhlükəsiz olması nəzərə alınmalıdır.

Dağlıq ərazidə tikilən boru kəmərlərinin leysan-sel sularından qorunması üçün suyun yuxarı tərəfdən axıdılması məqsədilə suötürən qurğular və ya kanallar nəzərdə tutulmalıdır.

Magistral boru kəmərinin trası elektrik verilişi xətti (110 kV gərginlikli) ilə kəsişərsə, kəmərin həmin hissəsi mütləq yeraltı çəkilməlidir.

2.2.2. Optimal trasın seçilməsi

Müasir magistral boru kəmərləri - trası müxtəlif təbii-iqlim şəraitlərindən keçən iri tikinti obyektləri olub, böyük diametrləri (1420 mm-dək), yüksək işçi təzyiqləri (10 MPa-dək) və böyük uzunluqları (3 min km-dək) ilə səciyyələnir.

Magistral boru kəmərlərinin trasının seçilməsi təcrübəsi göstərir ki, kəmərin başlanğıc və son nöqtələrini birləşdirən xətt heç də həmişə optimal variant sayıla bilməz. Ona görə də optimal trasın seçilməsi daim alimlərin, layihəçilərin və inşaatçıların diqqət mərkəzində olmuş, onun elmi əsasları işlənmiş və normativ sənədlərdə öz əksini tapmışdır.

Trasın seçilməsi sərmayə qoyuluşu, əmək tutumu, ətraf mühitə təsiri, həmçinin tikintinin başa çatma müddəti və boru kəmərlərinin etibarlılığına təsir edən çoxlu amillərin tədqiqi ilə bağlıdır. Yəni, trasın ən yaxşı variantının tapılması üçün optimallıq kriteriyası əsas tutulmalıdır. Optimallıq kriteriyası qismində metal tutumu, təhlükəsizlik tədbirləri, yolların tikilməsi, həmçinin ətraf mühitin mühafizəsinə çəkiləcək xərclər də daxil olmaqla, boru kəmərinin çəkilməsi, texniki xidmət, təmir və istismarı üçün ümumi gətirilmiş məsrəflər qəbul edilir.

Trasın seçilməsi zamanı bütün amillər, ilk növbədə təbii və regional şərait nəzərə alınmalıdır. Bu zaman tək-cə təbii-iqlim şəraitinin təsiri yox, həmçinin ərazinin sahələr üzrə təsnifatı, iri, orta və kiçik çaylar, yarpaqlar, avtomobil və dəmir yolları, yaşayış məntəqələrinin sıxlığı, tikinti zolağının yaxınlığında nəqliyyat şəbəkəsinin və mühəndis qurğularının (elektrik ötürücü və kabel rabitə xətləri, boru kəmərləri və s.), kənd təsərrüfatı sahələrinin mövcudluğu və s. nəzərə alınmalıdır.

Ərazi sahələri aşağıdakı kimi təsnif olunur:

- düzənlik – kiçik hündürlük dəyişmələri və yüksək səviyyəli qrunnt suları olan, qumlu, gilli, çınqıllı, aşağı kateqoriyalı qaya qruntlarından təşkil olunmuş (kənd təsərrüfatı zəmiləri və ya meşə altında olan ərazilər də daxil olmaqla) quru sahələridir;

- səhra – bitki örtüyü olmayan, az məskunlaşmış, qumlu, gilli, daşlı qruntlardan ibarət isti iqlimi olan ərazilərdir. Səhraların üç kateqoriyasını fərqləndirmək lazım gəlir: qumlarla bərkimiş, bərkiməmiş və əkilən sahələr;

- bataqlıq – ifrat dərəcədə nəmlənmiş, üstü qalınlığı 0,5 metr-dən az olmayaraq torfla örtülmüş quru sahəsidir. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi baxımından bataqlıqların üç forması mövcuddur:

I. Tamamilə torfla dolmuş, yer səthinə olan təzyiqi 0,025 MPa olmaqla və ya şitlərin köməyi ilə yer səthinə olan təzyiqi 0,62 MPa-a qədər azaltmaqla işlərin aparılmasına və tikinti texnikasının çoxsaylı girişinə imkan verir;

II. Tamamilə torfla dolmuş, yalnız şitlərin və yolların köməyi ilə yer səthinə olan təzyiqi 0,01 MPa-a qədər azaltmağı təmin etməklə işlərin aparılmasına və tikinti texnikasının çoxsaylı girişinə imkan verir;

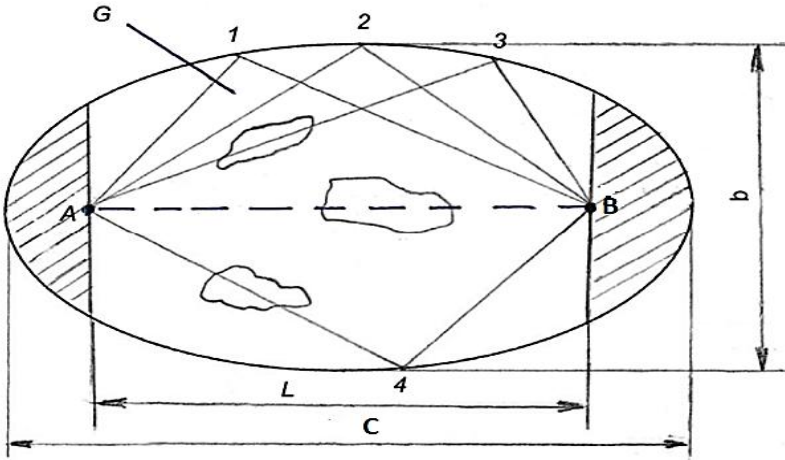
III. İşlərin görülməsi yalnız xüsusi texnikanın və üzən vasitələrin köməyi ilə həyata keçirilir.

- çoxillik donuşluq ərazilər – dəyişən nəmlikli (buz yaranan) məsaməli, donmuş qruntlardan ibarət sahələrdir.

Optimal trasın axtarışları aşağıdakı kimi formalaşır.

Layihələndirilən boru kəmərinin başlanğıc A və son B nöqtələrini elə bir trayektoriya ilə birləşdirmək lazımdır ki, optimallıq kriteriyası olan gətirilmiş xərclərin cəmi minimum qiymətə malik olsun.

Mövcud metodikalara görə optimal trasın xətti fokusunda onun başlanğıc və son nöqtələrinin yerləşdiyi ellipsin sahəsində çəkilir (şək. 2.9).



Şək. 2.9. Optimal trasın axtarış zonası

Ellipsin kiçik oxu aşağıdakı ifadə ilə təyin edilə bilər:

$$b = L \sqrt{K_i^2 - 1} \quad (2.1)$$

Burada: L – başlanğıc və son nöqtələr arasındakı geodezik məsafə, m; K_i – boru kəməri xəttinin inkişafı əmsəlidir.

$$K_i = \frac{W_1}{W_2} \quad (2.2)$$

Burada: W_1 – müvafiq olaraq, başlanğıc və son nöqtələr arasındakı geodezik xətt üzərində çəkilən boru kəmərinin 1

km-nə düşən gətirilmiş xərc; W_2 - təbii və süni maneələrdən keçidlərin xərci nəzərə alınmadan həmin xərcdir.

Boru kəməri xəttinin inkişafı əmsalı, əsasən təbii-iqlim və regional şəraitlərdən asılıdır. Diametri 1020 – 1420 mm olan boru kəmərləri üçün: düzən sahələrdə $K_i = 1,02 - 1,03$ və dağlıq ərazilərdə $K_i = 1,15 - 1,17$.

Ellipsin böyük oxu aşağıdakı kimi tapılır:

$$C = L \cdot K_i \quad (2.3)$$

(2.1) və (2.3) ifadələrindən kartoqrafik məlumatların olmadığı və kifayət etmədiyi hallarda istifadə edilir.

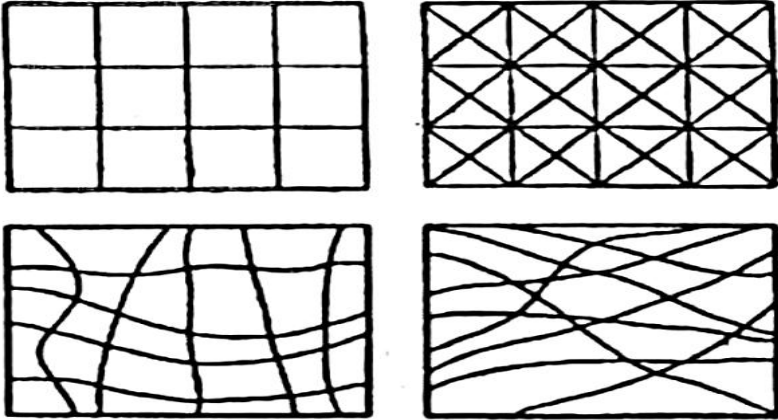
Ellipsin daxilindəki G zonasında optimal trasın axtarışı aparılır. Bu zonadan kənarında istənilən başqa tras əlverişli hesab olunmur. Müasir kompüter texnologiyaları vasitəsilə A – 1 – B, A – 2 – B və s. istiqamətlər üzrə boru kəməri xəttinin inkişaf əmsalını nəzərə almaqla trasın müxtəlif çəkilmə variantlarının məbləği hesablanır və optimal variant seçilir.

Praktikada trasın tapılması üçün məsələnin qoyuluşunun şəbəkə üsulundan da istifadə olunur. Müvafiq topoqrafik xəritədə boru kəməri xəttinin inkişafı əmsalını nəzərə almaqla müxtəlif konfigurasiyalı (kvadrat, kvadrat-diaqonallı, düzbucaqlı və s.) torlar çəkilir (şək. 2.10).

Torun ikidən çox xətti elementinin kəsişdiyi nöqtə düyün, iki qonşu düyün arasındakı xətt isə qövs adlandırılır. Tor elementlərinin bir-birinə nəzərən qeydiyyatını aparmaq məqsədilə bütün düyünlər və qövslər nömrələnir və bundan sonra yerdə tor düyünlərinin koordinatları müəyyən olunur. Bu əməliyyat təqribi işlənmiş toru xəritə ilə əlaqələndirməyə imkan verir.

Optimal trasın seçilməsi üçün məlum L_i alqoritmindən istifadə edilir. Alqoritmin hər bir addımında, ilk növbədə sınaq yolları (baxılan nöqtədən çıxan qövs) nəzərdən keçirilir və onlardan optimallıq kriteriyasının minimal qiymətinə uyğun gələni qəbul olunur. Bu yol ilk addımda perspektiv kimi hesab olunur. Bu yolu torda qeyd edib, sonra yeni addım (yeni qövs-

lər) icra edilir. Əmələ gəlmiş əlavə yollardan verilən addımda daha perspektivlisi seçilir. Əlavə yolların hər biri “minimal” yoldan bir qövs qədər böyüdülmüş sayılır.



Şək. 2.10. Trassın seçilməsində istifadə edilən torlar

Bu sxemlə axtarış prosesi o vaxta qədər davam etdirilir ki, mümkün yollardan biri A nöqtəsində başlasın və B nöqtəsində sona çatmış olsun. Həm də bu yol digərləri ilə müqayisədə (malik olduğu qövsələrin sayına görə) optimallıq kriteriyasının minimal qiymətini alsın. Boru kəmərinin bu yolla alınmış trası optimal olacaqdır. Torun hər bir qövsü haqqında məlumatı optimal trassın seçilməsi üçün tərtib edilmiş xüsusi blanklarda qeyd etdikdən sonra məlumatlar kompüterə daxil edilir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisində ətraf mühitin mühafizəsinə də xüsusi diqqət yetirilir. Bu problem optimal trassın seçilməsində də nəzərə alınmalıdır. Trassın seçilməsinin ətraf mühitə təsirin xarakteri və miqyasını nəzərə alan metodikası mövcuddur.

Magistral boru kəmərinin tikintisinin nəzərdə tutulduğu sahə üçün ətraf mühitin mühafizəsini nəzərə almaqla kompleks xəritə tərtib olunur. Bu zaman aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

ətraf mühitin mühafizəsinin komponentlərinin vəziyyəti, ətraf mühitin komponentlərinə yol verilə bilən təsirlər, ekoloji şəraitin inkişafının istiqaməti və dinamikası, magistral boru kəmərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin komponentlərinə təsirin yol verilən miqyası, xarakteri və nəticələri.

Tras o zaman optimal hesab edilir ki, onun optimallıq kriteriyası ətraf mühitin mühafizəsi baxımından tam təmin edilmiş olsun. Belə vəzifənin yerinə yetirilməsi üçün optimallıq kriteriyası qismində ətraf mühitə vurulan zərərin də qarşılınmasını nəzərdə tutan gətirilmiş xərclər qəbul edilir. Neft kəmərləri üçün bu, praktiki olaraq aşağıdakı kimi yerinə yətilir:

Ərazinin kompleks xəritəsində başlanğıc A, son B məntəqələri və trasın və ya onun ayrı-ayrı sahələrinin mümkün istiqamətlərinin toru qeyd olunur. Əsas texniki-iqtisadi göstəricilər – xətti hissənin və vurucu stansiyaların tikintisinin dəyəri, ətraf mühitin mühafizəsi üçün yerinə yetirilən müxtəlif tədbirlərin dəyəri, boru kəmərinin etibarlılıq xarakteristikaları və s. məlum olur.

Tor üzərində yerləşən A və B məntəqələri arasında mümkün trasların içərisindən boru kəmərinin tikintisi və ətraf mühitin mühafizəsi tədbirləri üçün gətirilmiş xərclərin cəminin minimal qiymətinə uyğun gələnini optimal tras kimi seçmək lazımdır.

A və B məntəqələri arasındakı trasın hər hansı i -ci variantı üçün gətirilmiş xərclər aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$G_i^x = E \cdot K_i + b \cdot L_i + \sum_{n=1}^N T_{in} + \sum_{m=1}^M Q_{im} + \sum_{f=1}^F P_{if} \cdot Y_{if} \quad (2.4)$$

Burada: E – xətti hissəyə kapital qoyuluşunun, cari təmirə ayrılma normalarının və amortizasiyasının effektivliyini nəzərə alan əmsal; K_i – xətti hissəyə kapital qoyuluşu; b – xətti personalın əmək haqqı və digər xərclərini nəzərə alan əmsal; L_i – trasın i -ci variantının uzunluğu; T_{in} – n -ci vurucu stansiyanın tikintisinə çəkilən xərc; Q_{im} – tikinti qurtardıqdan sonra m -təbiəti mühafizə tədbirinə çəkilən xərc; N – i -variantında vurucu stansi-

yaların sayı; M - i -variant üçün təbiəti mühafizə tədbirlərinin sayı; P_{if} - boru kəmərinin ətraf mühitə zərər vuran f -işdən dayanma ehtimalı (Y_{if} - zaman amilini nəzərə almaqla); F - boru kəmərinin işdən dayanma hallarının sayıdır.

Optimallıq şərti aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$G_{op} = \min. (G_i) \quad (2.5)$$

(2.4) və (2.5) şərtləri ətraf mühitin mühafizəsi nəzərə alınmaqla optimal trasın seçilmə məsələsinin ümumi qoyuluşunu təsvir edir.

Real tapşırıqların icrası zamanı Q_{im} , P_{if} , Y_{if} – kəmiyyətlərinin konkretləşdirilməsi lazımdır. Bu metodika riyazi hesablamalar və kompüter texnologiyalarından istifadə etməklə yerinə yetirilir.

2.3. Magistral boru kəmərlərinin əsas parametrləri

Boru kəmərləri şəbəkəsi aşağıdakı əsas elementlərdən ibarətdir:

- 1) müxtəlif təyinatlı və sortamentli borular;
- 2) birləşdirici hissələr (fləns, mufta, əymə, üçlük, dördlük və s.);
- 3) armaturlar (bağlayıcı, tənzimləyici, qoruyucu);
- 4) kompensatorlar.

Magistral boru kəmərlərinin əsas parametrlərini iki qrupa bölmək olar: texnoloji və iqtisadi. Texnoloji parametrlərə - borunun xarakteristikası (diametri, divarının qalınlığı, buraxma qabiliyyəti, boru kəmərinin möhkəmliyi və s.), iqtisadi parametrlərə isə kapital qoyuluşu, metal tutumu aiddir.

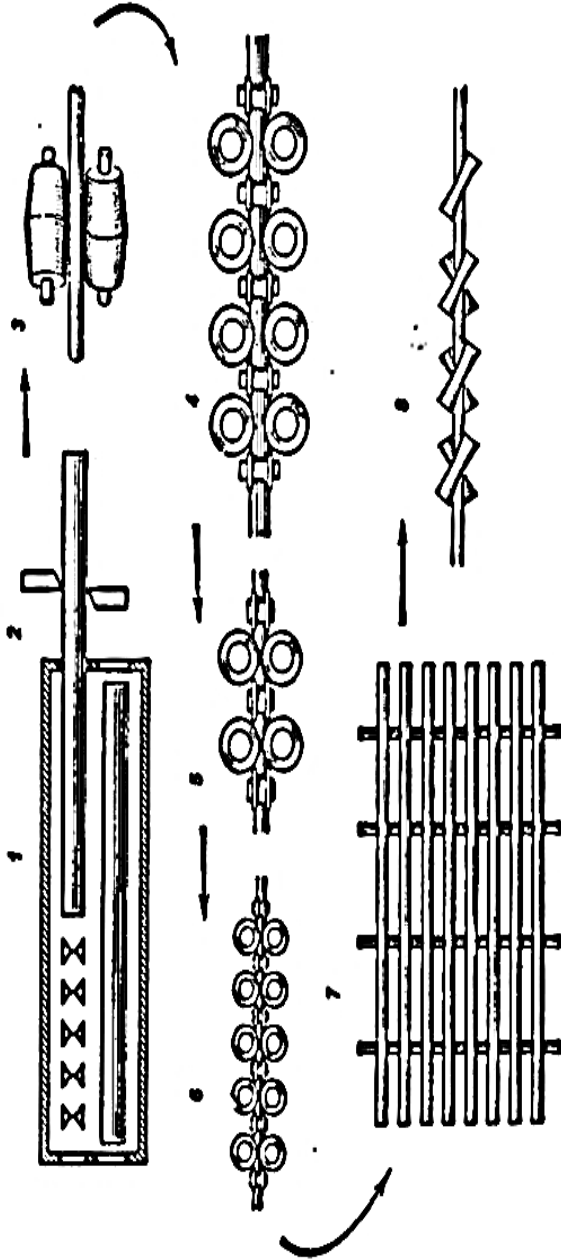
2.3.1. Polad boruların istehsal üsulları və istifadəsi

Magistral neft-qaz kəmərlərinin boruları daha qənaətli, yaxşı qaynaq olunan və etibarlı material olan poladdan hazırlanır. Qaynaq edilən borular ilk dəfə 1842-ci ildə Böyük Britaniyada, polad tikişsiz borular – 1886-cı ildə Almaniyaada istehsal olunmuşdur. Rusiyada polad boruların istehsalı 1880-ci ilə təsadüf edir. Ekspertlərin proqnozlarına görə, 2050-ci ildə dünyada boru istehsalı 170 mln. tona çatacaqdır ki, bunun da 60%-i Rusiya, Braziliya, Hindistan və Çinin payına düşür.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün tikişsiz (şovsuz), elektrik qaynaqlı düz tikişli, spiral şəkilli tikişli və s. xüsusi konstruksiyalı polad borulardan istifadə edilir. Bu borular sakit və yarım sakit karbonlu və azlegirlənmiş poladdan (diametri 500 mm və ondan kiçik), sakit və azlegirlənmiş poladdan (diametri 1020 mm-dək) və termik və termo-mexaniki möhkəmləndirilmiş azlegirlənmiş poladdan (diametri 1420 mm-dək) hazırlanır.

Polad borular boru prokatı zavodlarında - boru qaynaq avadanlıqlarında və boru yayma aqreqlərində istehsal olunur. Tikişsiz borular 700 mm-ə qədər diametrli boruların istehsalına imkan verən boru yayma aqreqlərində hazırlanır. Diametri 450 mm-ə qədər olan borular isə soyuq yayma üsulu ilə istehsal olunur. Şək. 2.11-də boru istehsalı texnoloji prosesinin sxemi verilmişdir.

Böyük diametrli borular boru prokatı zavodlarının boru qaynaq dəzgahlarında hazırlanır. Dəzgah – özündə polad zolaq və lövhələrin əyilməsi və uclarının qaynaq edilməsi üsulu ilə boruların istehsalı üçün texnoloji əməliyyatları yerinə yetirən maşınlar sistemidir. Boru qaynağı dəzgahının növünü xarakterizə edən əsas əlamət qaynaq tikişinin yerləşməsi (uzununa və ya spiralşəkilli) və qaynağın növüdür. Qaynaq borunun daxilində və xaricində olunur. Boruların hazırlanması üçün ilkin material rulon şəklində olan polad vərəqdir (zolaq), ona görə də dəzgah qaynaq zolaqlarının birləşdirilməsini həyata keçirərək, fasiləsiz rejimdə işləyir.



Şək. 2.11. Boru yayma aqreqatında boru hazırlanması texnoloji prosesinin sxemi
 1-rəfli keçid istilik sobalarında pəstahların qızdırılması; 2- pəstahların qaçıqlarda kəsilməsi; 3-tikiş
 dəzgahlarında pəstahların tikiş edilməsi; 4-fasiləsiz dəzgahda uzun pəstah boruların yayılması;
 5- kalibrləşdirici dəzgahda yayma; 6- reduksiya edici dəzgahda yayma; 7-hazırlanmış boruların
 soyudulması; 8-düzləndirmə maşınlarında boruların düzləndirilməsi

Boru istehsalı şərti olaraq iki hissəyə bölünür: polad vərəqlə əməliyyat (borunun formalaşdırılması) və formalaşmış boru ilə əməliyyat (qaynaq, cilalama, ultrasəs və rentgen nəzarəti).

Polad borular üçün axma həddinin müvəqqəti müqavimətə nisbəti – karbonlu poladdan hazırlanmış borular üçün 0,75-dən; azlegirlənmiş poladdan istehsal edilmiş borular üçün isə 0,8-dən çox olmalıdır.

Boru istehsal edən metallurjiya kombinatları 4 əsas texnologiyadan istifadə edirlər:

- tikişsiz borular – qaynaq tikişi və birləşmələri olmayan və yayma, presləmə və s. üsulu ilə boru istehsalı;
- soyuq yayma – qaynaq tikişi olmadan, qabaqcadan soyudulmuş materialdan boru istehsalı;
- qızdırma ilə yayma – qızdırılmış materialdan tikişsiz boru istehsalı;
- qaynaqlanmış borular - bu borular da öz növbəsində 2 cür olur:
 - qaynaqlanmış spiralşəkilli prokat – belə texnologiya ilə istehsal olunmuş borular polad vərəqədən hazırlanır və spiralşəkilli tikişin olması ilə fərqlənir;
 - qaynaqlanmış düz tikişli prokat – bu borular da polad vərəqədən hazırlanır, fərqli cəhəti uzununa düz qaynaq tikişi ilə qaynaq olunmasıdır.

Qeyd edilən texnologiyaların tətbiqi - su təchizatında işlənən dairəvi en kəsikli santexnika, oval və qalın divarlı borularından tutmuş konstruksiyalarda istifadə edilən kvadrat və düzbucaqlı en kəsikli borularadək polad boruların bütün növlərini istehsal etməyə imkan verir.

Polad borulardan aşağıdakı sahələrdə istifadə edilir:

- suyun, neftin və neft məhsullarının, qazın, kimyəvi qarışıqların nəqli üçün quraşdırılan boru kəmərləri sistemlərində;
- tikintidə metal konstruksiyaların hazırlanması zamanı yük daşıyan elementlər qismində;

- maşınqayırma sənayesində yük daşıyan elementlər və fir-
lanma hərəkətini ötürən detallar qismində.

Hazırlanan boruların sortamenti, ölçüləri, xarakteristikaları
və boru prokatının tətbiqi Dövlət standartları və texniki şərtlər
(TŞ) ilə reqlamentləşdirilir.

Aşağıda boru prokatı üçün mövcud olan bəzi standartlar
və TŞ-lər göstərilmişdir:

- *elektrik qaynaqlı boruları üçün*

ГОСТ 10704-91 – düz tikişli elektrik qaynaqlı polad boru-
lar. Sortiment;

ГОСТ 10705-80 – elektrik qaynaqlı polad borular. Texni-
ki şərtlər;

ГОСТ 10706-76 – düz tikişli elektrik qaynaqlı polad boru-
lar. Texniki tələblər;

ГОСТ 20295-85 – magistral neft-qaz kəmərləri üçün
elektrik qaynaqlı polad borular. Texniki tələblər.

- *tikişsiz borular üçün*

ГОСТ 8731-74 – tikişsiz polad borular. Texniki tələblər;

ГОСТ 8732-78 – qızma deformasiyalı tikişsiz polad boru-
lar. Sortiment;

ГОСТ 8733-74 – soyuq və isti deformasiyalı tikişsiz polad
borular. Texniki tələblər;

ГОСТ 8734-75 – soyuq deformasiyalı tikişsiz polad boru-
lar. Sortiment;

ТУ 14-3-460-2009 – buxar qazanları və boru kəmərləri
üçün tikişsiz polad borular. Texniki şərtlər;

ТУ 14-3P-55-2001 – buxar qazanları və boru kəmərləri
üçün tikişsiz polad borular. Texniki şərtlər;

ГОСТ 9940-81 – qızmar deformasiyalı tikişsiz korroziya-
ya davamlı polad borular. Texniki tələblər;

ГОСТ 9941-81 – soyuq və isti deformasiyalı tikişsiz kor-
roziyaya davamlı polad borular. Texniki tələblər;

- *profilli borular üçün*

ГОСТ 8639-82 – kvadrat polad borular. Sortiment;

ГОСТ 8645-68 – düzbucaqlı polad borular. Sortiment;
ГОСТ 13663-86 – profilli polad borular. Texniki tələblər;
TY 14-105-737-2004 – dairəvi və profil en kəsikli düz ti-
kişli elektrik qaynaqlı polad borular. Texniki tələblər.

2.3.2. Boruların sortamenti və boru prokatının təsnifatı

Müxtəlif növlü, markalı, en kəsikli və ölçülü eynicinsli məmulat və ya materialların (əsasən metallurgiya sənayesində) məcmuu – *sortament* adlanır.

Borular aşağıdakı parametrlər üzrə təsnif olunur:

- en kəsik formasına görə;
- istehsal üsuluna görə;
- siniflərə görə;
- materiallara görə;
- mühafizə örtüyünün mövcudluğuna görə;
- xarakteristikalarına görə.

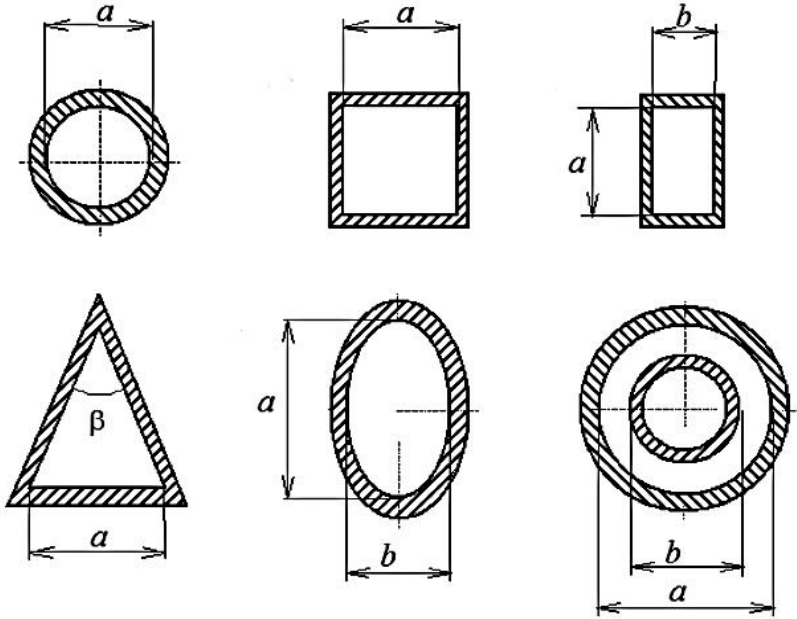
2.3.2.1. Boruların en kəsik forması və profili. Polad borular – müxtəlif markalı poladlardan qaynaq və ya yayma üsulu ilə hazırlanmış metal prokatın bir növü olub, dairəvi, kvadrat, düz bucaq, üçbucaq və ya oval en kəsikli olurlar (şək. 2.12).

Neftqazçıxarma sənayesində, əsasən dairəvi en kəsikli polad borulardan istifadə edilir.

2.3.2.2. Boruların sinifləri. Polad borular 6 sinfə bölünür:

I sinif – keyfiyyətinə ciddi tələblər qoyulmayan sahələrdə (tikinti işkəllərinin, müxtəlif çəpərlərin, dayaq və irriqasiya sistemlərinin hazırlanmasında) istifadə olunan *standart və qaz boruları*;

II sinif – aşağı və yüksək təzyiqli qaz, su, neft və neft məhsulları (və ya yanacaq) nəql edən *magistral boru kəmərlərinin* quraşdırılmasında istifadə edilən polad borular;



Şək. 2.12. Polad boruların en kəşik formaları

III sinif – *yüksək təzyiq və ya temperaturla işləyən sistemlərdə* (məsələn, istilik stansiyaları, neft boru kəmərləri və ya sobaları, kimyəvi və yeyinti sənayesi obyektləri) istifadə olunan polad borular;

IV sinif – *neft yataqlarınınin kəşfiyyat işləri, qazıma və qoruyucu konstruksiyaların quraşdırılması* üçün istifadə olunan polad borular;

V sinif (konstruksiya sinfi) – *avtomobil və vaqon istehsalında, polad konstruksiyalarda: kranların, dirəklərin, dayaqların və hətta mebellərin istehsalında* istifadə olunan borular;

VI sinif – *maşınqayırmada nasoslar üçün porşenlərin, silindr və digər detalların hazırlanmasında* istifadə olunan polad borular.

2.3.2.3. Boruların xarakteristikaları. Xarakteristika-larına görə borular aşağıdakı kimi təsnif olunurlar:

- *polad boruların ölçü xarakteristikaları*

D_x (xarici diametr) – Dövlət standartları ilə rəqlamentləşdirilir və mm-lə ölçülür;

D_d (daxili diametr) – mm-lə ölçülür və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$D_d = D_x - 2 \cdot \delta$$

Burada: δ - boru divarının qalınlığıdır, mm.

D_ξ (şerti keçid diametri) – daxili diametrin şerti qiyməti, mm və ya dyüm (1 dyüm = 25,4 mm) ilə ölçülür. Şerti diametr - boruların, birləşdirici hissələrin və bağlayıcı armaturların əsas ölçü xarakteristikasıdır.

L – borunun uzunluğu (borunun diametrindən, hazırlanma üsulundan və istehsalçı zavoddan asılıdır);

M – 1 poqonmetr polad borunun kütləsi (kq-la ölçülür) olub, təcrübələr əsasında formalaşan aşağıdakı ifadə ilə təyin edilməsi mümkündür:

$$M = 0,02466 \cdot \delta \cdot (D_x - \delta)$$

Divarının qalınlığından asılı olaraq polad borular: *nazikdivarlı* (qalınlığı 3 mm-ə qədər) və *qalındivarlı* (qalınlığı 3 mm-dən çox olan) olmaqla 2 yerə bölünür.

Polad boruların 1 poqon metrinin kütləsini onun diametri və divarının qalınlığına görə sorğu bazalarında (sorğu kitabları, internet resursları və s.) tapmaq olar.

- *polad boruların möhkəmlilik xarakteristikaları.* Möhkəmlilik – konstruksiyanın xarici təsirlərdən və istismar şəraitindən dağılmaya müqavimət göstərmə qabiliyyətidir.

$P_{i\zeta}$ (işçi təzyiq) – nəql olunan mühitin işçi temperaturunda boruların və birləşdirici elementlərin uzunmüddətli işini təmin edə bilən təzyiqin ən yüksək qiymətidir;

P_n (nominal təzyiq) – bütün istismarı müddətində boru və birləşdirici elementlərin tab gətirdiyi, nəql olunan mühitin daimi daxili təzyiqdir (suyun temperaturu 20°C olduğu halda);

P_s (şərti təzyiq) – boru və birləşdirici elementlərin uzunmüddətli işini təmin edən (20 °C temperaturda) maksimal izafi təzyiqdır;

P_s (sınaq təzyiqi) – boruların, birləşdirici elementlərin və armaturların möhkəmliyə yoxlandığı (sınandığı) təzyiqdır (qiymətə işçi təzyiqdən böyük olmalıdır).

2.3.2.4. Maksimal və minimal işçi temperaturları. Bir qayda olaraq, boru kəməri ilə nəql olunan mühitin temperaturu normal temperaturdan (20°C) əhəmiyyətli dərəcədə fərqli olur. Boru kəmərlərinin və metal konstruksiyaların layihələndirilməsi zamanı temperatur dəyişmələrinin boru materialına göstərə biləcəyi dağıdıcı təsir mütləq nəzərə alınmalıdır.

2.4. Boru kəmərlərinin detalları

Polad boru kəmərlərinin tikinti-quraşdırılma prosesində qaynaq edilən aşağıdakı birləşdirici detallardan istifadə edilir:

- əymələr - nəql edilən məhsul axınlarının istiqamətini dəyişdirmək üçün;
- keçidlər – boru kəmərinin diametrinin dəyişdirilməsi üçün;
- üçlüklər, dördlüklər və s. – boru kəmərləri şəbəkəsinin saxələndirilməsi üçün;
- tıxaclar (qapayıcılar) – boru kəmərlərinin sərbəst kənarının bağlanması üçün.

2.4.1. Boru kəmərlərinin əymələri (dirsəklər)

Əymə – boru kəmərinə axının istiqamətini dəyişdirmək üçün nəzərdə tutulmuş fason hissəsidir. Əymələrin əsas hündəsi xarakteristikaları aşağıdakılardır:

- axının dönmə bucağı – φ , bu bucağın qiyməti 20, 30, 45, 60, 90, 110, 130, 150, 180° ola bilər;
- dönmə radiusunun (R) boru kəmərinin daxili diametrinə (D_d) olan nisbəti, qiymətcə 1, 1.5, 4, 6, 15, 30 qəbul edilir;

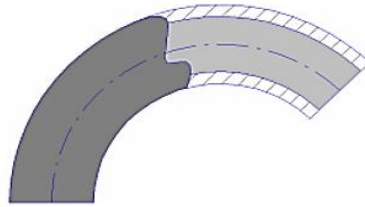
Konstruksiyasına və hazırlanma üsuluna görə əymələr aşağıdakı kimi təsnif olunurlar (şək. 2.13):

- tikişsiz (şovsuz) sərt qatlanmış və ya qatlanmış əymə;
- sərt qatlanmış ştamp-qaynaqlı əymə;
- qaynaqlı (seksiyalı) əymə.

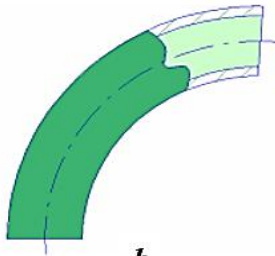
Tikişsiz sərt qatlanmış əymələr (şək. 2.13, a) kiçik dönmə bucağına ($R=(1,0 - 1,5) \cdot D_s$) və qabaritlərə, qabarıq və çökək hissələrində eyni qalınlığa malikdirlər. Onların tətbiqi boru kəmərlərinin kompakt yerləşməsini təmin edir və istehsalat sahəsinə qənaət etməyə imkan verir. Belə əymələr xüsusi hidravlik presslərin köməyi ilə tikişsiz borulardan hazırlanır. Sərt qatlanmış əymələr bütün növ texnoloji boru kəmərlərində quraşdırıla bilər.

Qatlanmış əymələr (şək. 2.13, b) boruəymə dəzgahında tikişsiz və qaynaqlı borulardan, soyuq və qaynaq halda hazırlanır. Belə ki, hazırlanma prosesində belə əymələrin divarında qalınlaşma baş verir. Ona görə də əyilmə radiusu $2 \cdot D_s$ olmalıdır.

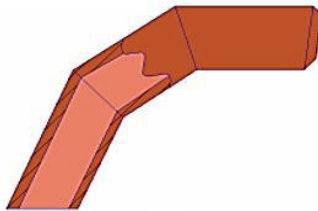
Qatlanmış əymələr də bütün növ texnoloji boru kəmərlərində quraşdırıla bilər. Lakin belə əymələrin hazırlanması tikişsiz sərt qatlanmış əymələrə nisbətən daha böyük əmək tutumunu tələb edir. Ona görə də onlardan sərt qatlanmış əymələrin olmadığı boru kəmərlərində (legirlənmiş polad borulardan hazırlanmış boru kəmərləri, xüsusi təyinatlı kəmərlər), həmçinin layihə üzrə böyük əymə radiusu nəzərdə tutulan boru kəmərlərində istifadə edilir.



a



b



c

Şək. 2.13. Əymələrin növləri

a- tikişsiz sərt qatlanmış əymə; b- tikişsiz qatlanmış əymə; c- qaynaqlı əymə

Qaynaqlı (seksiyalı) əymələr tikişsiz və elektrik qaynaqlı borulardan ayrı-ayrı seksiyaların kəsilərək sonradan yığılması və qaynaq edilməsi ilə hazırlanır (şək. 2.13, c). Qaynaqlı əymələrin radiusu o qədər də böyük olmur ($1 - 1,5 \cdot D_s$). Belə əymələrdən şerti təzyiqi 6,4 MPa-a qədər olan kəmərlərdə, sərt qatlanmış və ya qatlanmış əymələrin olmadığı halda istifadə etmək olar.

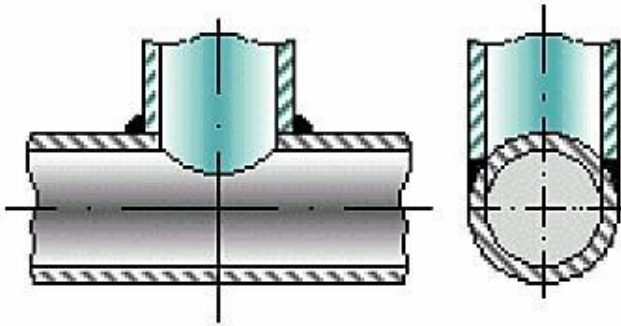
2.4.2. Boru kəmərlərinin şaxələndirilməsi üçün detallar

Üçlük şaxələnməsi – boru kəmərinin fason hissəsi olub, təyinatı məhsul axınının 90° bucaq altında birləşdirilməsi və ya ayrılmasıdır. Üçlüklər konstruksiyasına görə - eyni keçidli (şaxələnmə diametri azalmadan) və qeyri-bərabər keçidli (şaxələnmə diametri azalmaqla) olurlar.

Üçlüklərin konstruksiyasının müxtəlifliyi ondan irəli gəlir ki, dəliklərin yarandığı yerlərdə boru kəmərinin möhkəmliyi kəskin azalır.

Boru kəmərinin möhkəmlik ehtiyatından və şaxələnmənin diametrinin əsas magistralın diametrinə nisbətindən asılı olaraq, onun yerli möhkəmləndirilməsi yerinə yetirilə bilər. Bu məqsədlə xüsusi bərkidici elementlərdən istifadə olunur.

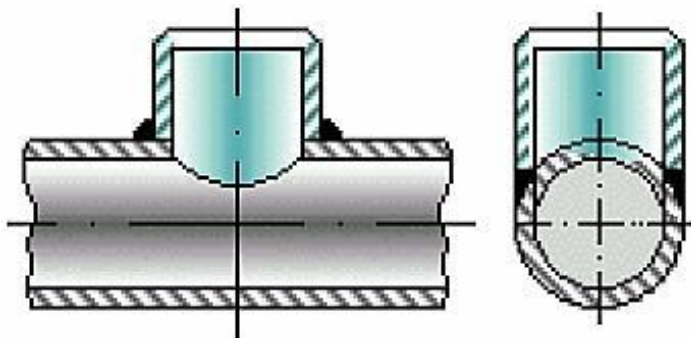
Boru kəmərlərinin möhkəmliyinin daha çox azalması əlavə və möhkəmləndirilməyən bərabər keçidli qaynaqlı şaxələnmələrdə baş verir (şək. 2.14).



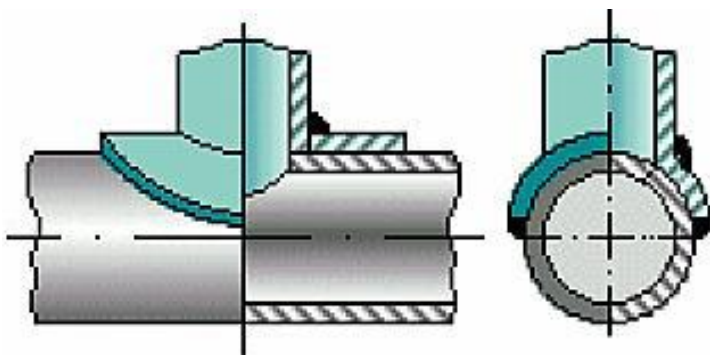
Şək. 2.14. Dəliyi gücləndirmədən boruya qaynaqlama

Belə birləşmələr, adətən şərti təzyiqin 2 MPa-a qədər qiymətində tətbiq olunur.

Daha böyük təzyiqlərdə ya ayrıca qaynaqlı üçlüklər şəklində hazırlanmış gücləndirilmiş gövdə (şək. 2.15) tətbiq edilir, ya da onlar əlavə zolaqla gücləndirilir (şək. 2.16).

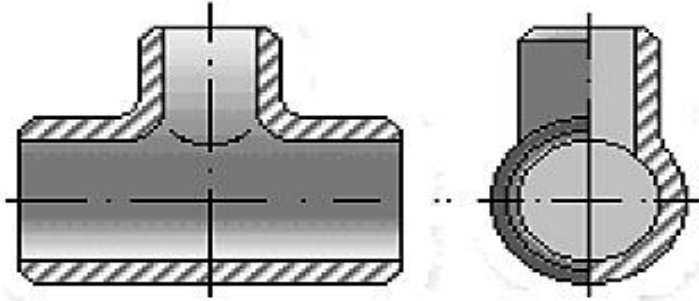


Şək. 2.15. Gücləndirilmiş gövdə ilə birləşdirmə (qaynaqlı üçlük)



Şək. 2.16. Əlavə zolaqla gücləndirməklə birləşdirmə

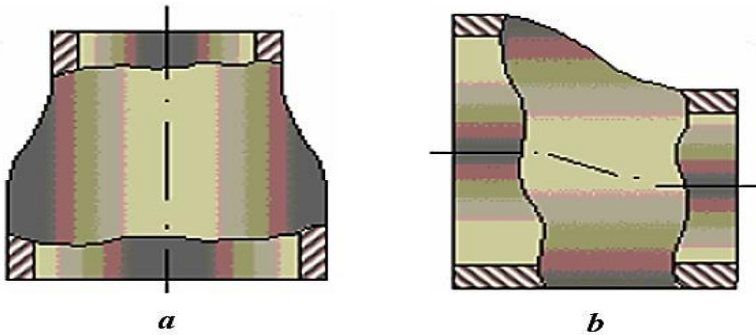
Əgər üçlüyün daha yüksək möhkəmliyi və etibarlılığı tələb olunarsa, ümumiyyətlə qaynaq tikişindən imtina edilməli və üçlüyün boğaz hissəsinin başqa üsulla, məsələn ştamplama ilə hazırlanmasına keçmək lazım gəlir (şək. 2.17).



Şək. 2.17. Ştamlama ilə hazırlanmış üçlük

2.4.3. Boru kəmərlərinin keçid detalları

Keçid – axının en kəsiyinin genişləndirilməsi və ya daraldılması üçün nəzərdə tutulmuş fason hissəsidir. Konstruksiya-sına görə keçidlər: konsentrik və eksentrik olurlar. Konsentrik keçidlər (şək. 2.18, a) vertikal, eksentrik keçidlər (şək. 2.18, b) isə horizontal boru kəmərlərində tətbiq olunur.



Şək. 2.18. Keçidlərin növləri
a- konsentrik; b- eksentrik.

Eksentrik keçidlərin tətbiqi hər hansı səbəbdən horizontal boru kəmərlərinin işinin dayandırılması zamanı məhsulun tam boşaldılmasına, yəni maye dolu “kisəcik”lərin yaranmasının qarşısını almağa imkan verir.

2.4.4. Boru kəmərlərinin flənləri və tıxacları

Boru kəmərlərinin istismarı, texniki xidməti və təmiri dövrlərində tez-tez kəmərin ayrı-ayrı hissələrinin şəbəkədən ayrılması, hər hansı armaturun, ölçü-nəzarət cihazının və s. dəyişdirilməsi və ya təmirə götürülməsi zərurəti yaranır. Bu məqsədlə açıla bilən birləşmələr – fləns, yiv və s. birləşmələrdən istifadə edilir.

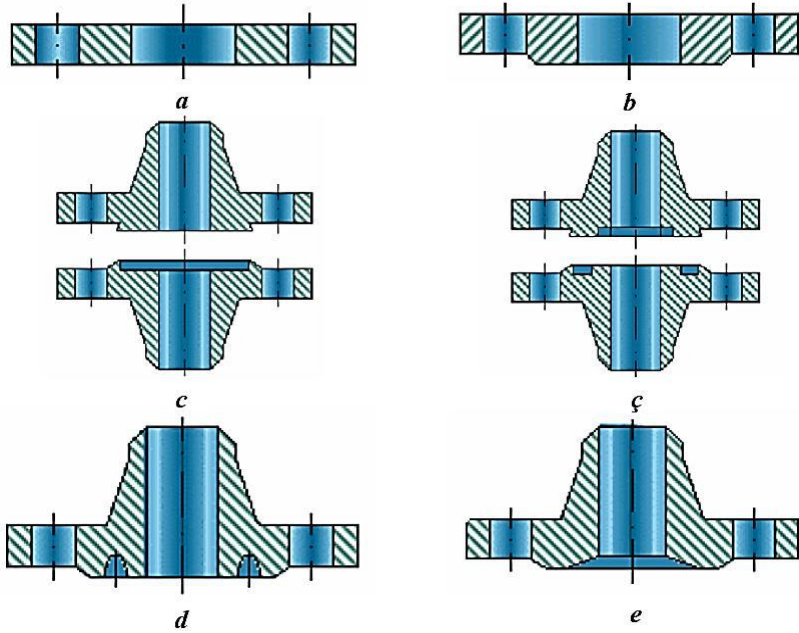
Flənslər - açıla bilən birləşmələrin ən geniş tətbiq edilən növüdür. Onlar sadə konstruksiyaya, asan yığılma və sökülmə qabiliyyətinə malikdirlər.

Digər birləşmə növləri ilə müqayisədə fləns birləşmələri daha aşağı istismar etibarlılığı ilə xarakterizə olunurlar. Belə ki, nəql olunan məhsulun təzyiq və temperatur tərəddüdləri fləns birləşmələrinin hermetikliyinin pozulması və sızmaların baş verməsi ilə nəticələnir. Ona görə də boru kəmərlərində bu birləşmələrin tətbiqi nisbətən məhdud xarakter daşıyır.

Boru kəmərlərində flənslər, əsasən aşağıdakı hallarda tətbiq edilir:

- boru kəmərinin flənsli avadanlığa birləşdirilməsi üçün;
- avadanlıqların birləşdirilməsi üçün;
- daxili səthinin təmizlənməsi və ya yüksək aqressivliyi ilə seçilən kəmərin hissəsinin dəyişdirilməsi məqsədilə dövrü olaraq sökülməsi tələb olunan boru kəmərləri üçün;
- müvəqqəti və ya dövrü olaraq demontaj olunan (sökülən) boru kəmərləri üçün.

Fləns birləşmələrinin hermetikliyi birləşdirilən flənslərin tirlərinin səthi üzərində quraşdırılmış halqavari araqları hesabına əldə olunur. Bu məqsədlə araqlar doldurucularının təmas səthlərinə xüsusi forma verilir. Nəql edilən məhsulun təzyiqindən və xüsusiyyətlərindən asılı olaraq kipləşmə səthinin altı növü nəzərdə tutulur (şək. 2.19).



Şək. 2.19. Flənslərin kipləşmə səthlərinin növləri

- a- çıxıntısız kipləşmə səthi; b- çıxıntılı kipləşmə səthi; c- çıxıntılı-girintili kipləşmə səthi; ç- şip və pazlı kipləşmə səthi; d- oval en kəsikli araqat üçün hazırlanmış kipləşmə səthi; e- linzalılı araqat üçün hazırlanmış kipləşmə səthi.

Flənslərin növü və kipləşmə səthlərinin konstruksiyaları nəql olunan məhsulun işçi fiziki-kimyəvi parametrlərindən asılı olaraq seçilir.

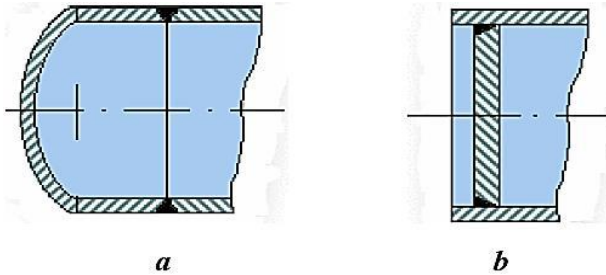
Flənslərin qarşılıqlı əvəzlənməsinin mümkünlüyünü təmin etmək məqsədilə onların birləşdirmə ölçüləri (xarici diametr, boltun diametri, bolt dəliklərinin diametri və sayı) flənsin materialından və konstruksiyasından asılı olmayaraq, eyni təzyiq və keçid şərtləri üçün müəyyən edilərək standartlaşdırılmışdır.

Aydındır ki, istənilən istehsal prosesi tez, ya da gec təmirə dayandırılır. Bu zaman avadanlıq ya dəyişdirilir, ya da təmirə

götürülür. Belə dayanmalar digər səbəblərdən də (məsələn, sınaq, qəza zamanı və s.) baş verə bilər.

Əgər avadanlıq şəbəkədən ayrılırsa, nəql edilən məhsulun ətraf mühitə axmasının qarşısını almaq üçün boru kəmərinə yaranan dəliyi (borunun açıq kənarını) bağlamaq (qapamaq) lazımdır. Bu məqsədlə *tıxac* detalından istifadə olunur. Tıxaclar flənslər arasında da yerləşdirilə bilər.

Tıxaclar məhsul axımının uzunmüddətli dayandırılması məqsədi güdür. Şək. 2.20-də boru kəmərlərində istifadə edilən tıxaclar göstərilmişdir.



Şək. 2.20. Boru kəmərlərinin tıxacları
a- ellipsvari tıxac; b- yastı tıxac.

2.5. Neft və qaz kəmərləri üçün armaturlar

Armatür – boru kəmərlərinin əsas tərkib hissələrindən biridir. O, boru kəməri ilə nəql edilən maye və ya qaz axınlarının idarə edilməsi üçün nəzərdə tutulan qurğudur. Məlum olduğu kimi, magistral boru kəməri xətti hissədən və nəql edilən məhsulun istehlakçılara çatdırılması üçün nəzərdə tutulan vurucu (qaz-kompressor və ya nasos) və paylayıcı stansiyalardan ibarətdir. Ona görə də magistral boru kəmərlərində işin xarakterindən asılı olaraq, xətti hissənin, vurucu və paylayıcı stansiyala-

rın və texnoloji boru kəmərlərinin armaturlarını fərqləndirmək lazım gəlir.

Boru kəmərlərində, aqreqatlarda quraşdırılan armaturlar - keçidin en kəsik sahəsini dəyişməklə müxtəlif axınların (maye, qaz, qaz-maye) idarə edilməsi üçün (bağlanması, tənzimlənməsi, fazalara ayrılması) tətbiq edilən qurğularıdır.

Boru kəmərinin armaturları iki əsas parametrlə xarakterizə olunur:

- şərti keçid (nominal ölçü);
- şərti (nominal) təzyiq.

Armaturun şərti keçidi D_s (və ya D_n) – onun birləşdirildiyi boru kəmərinin nominal daxili diametridir, mm.

Armaturun şərti təzyiqi P_s (və ya P_n) – seçilən materiallara və onların möhkəmlik xarakteristikalarına əsaslanan, müəyyən ölçülərə malik boru kəmərinin və armaturun (nəql edilən mühitin temperaturunun 20°C qiymətində) nəzərdə tutulan istismar müddətini təmin edə bilən ən böyük izafi işçi təzyiqidir.

Şərti təzyiqdən fərqli olaraq, *işçi təzyiq* – verilən işçi temperaturda armaturun nəzərdə tutulan istismar rejimini təmin edə bilən ən böyük izafi təzyiqdir.

Qeyd edilənlərlə yanaşı, armaturların spesifik element və parametrlərini xarakterizə edən aşağıdakı terminlərə də rast gəlinir:

- armaturun tipi – onun hərəkətli bağlayıcı elementinin axınla qarşılıqlı əlaqəsini xarakterizə edən və konstruktiv xüsusiyyətini müəyyən edən təsnifat göstəricisidir, məsələn: siyirtmə, klapan və s.
- armaturun növü – onun təyinatını xarakterizə edən təsnifat göstəricisidir, məsələn: bağlayıcı, tənzimləyici və s.

2.5.1. Armaturların təsnifatı

İstehsalının və modifikasiyasının müxtəlifliyini təsvir etmək üçün boru kəmərlərinin tikintisində istifadə edilən armaturları aşağıdakı kimi təsnif etmək olar:

1. *İstifadə sahəsinə görə*: ümumi təyinatlı, xüsusi şəraitlər üçün, gəmilər üçün, santexniki və s.

2. *Təyinatına görə*: bağlayıcı, tənzimləyici, paylayıcı (bölüşdürücü), qoruyucu, mühafizəedici, fazalara ayırıcı və s.

3. *Konstruktiv xüsusiyyətlərinə görə*:

- siyirtmə - bağlayıcı elementi axının istiqamətinə perpendikulyar hərəkət edən bağlayıcı armaturudur, bağlayıcı elementi “açıq” və “bağlı” vəziyyətlərdə olur.

- ventillər – bağlayıcı elementi armatur gövdəsinin işərisində axına paralel istiqamətdə hərəkət edən bağlayıcı və tənzimləyici armaturdur, axının istiqamətinə perpendikulyar olaraq yerləşir və öz oxu ətrafında fırlanır.

- kran - bağlayıcı və tənzimləyici elementi dairəvi formalı armaturdur, öz oxu ətrafında fırlanır.

4. *İşçi mühitin şərti təzyiqindən asılı olaraq*:

- vakuum – mühitin təzyiqi 0,1 MPa-dan kiçik;
- aşağı təzyiqli – mühitin təzyiqi 0 – 1,6 MPa;
- orta təzyiqli – mühitin təzyiqi 1,6 – 6,4 MPa;
- yüksək təzyiqli – mühitin təzyiqi 6,4 – 10 MPa;
- çox yüksək təzyiqli – mühitin təzyiqi 10-100 MPa.

5. *Boru kəmərinə birləşdirilmə üsuluna görə*:

- muftalı – boru kəmərinə və ya çənə yivli muftalar vasitəsi ilə birləşdirilir;

- qaynaqlı - boru kəmərinə və ya çənə qaynaq tikişi vasitəsi ilə birləşdirilir. Belə birləşmə üsulunun üstünlüyü onun kipliyinin etibarlı olması, çatışmayan cəhəti isə sökülüb, yenisi ilə əvəz olunmasında mövcud çətinlikdən ibarətdir.

- flənsli - boru kəmərinə və ya çənə flənslər vasitəsi ilə birləşdirilir. Təkrar quraşdırma-sökülmə imkanının olması və

geniş diapazonda təzyiqdə tətbiqinin mümkünlüyü bu tip birləşmələrin üstünlükləri, qabaritinin böyüklüyü və kütləsinin çoxluğu isə mənfi cəhətləri hesab olunur;

- Ştuserli - boru kəmərinə və ya çənə ştuserlər (nipel) vasitəsi ilə birləşdirilir;

6. *Hermetikləşdirmə (kipləşdirmə) üsuluna görə:* kipləkəcli, membranlı, silfonlu s.

7. *İdarəetmə üsuluna görə:* distansiyalı (məsafədən), əl ilə (mexaniki).

Quraşdırma və ya istismar zamanı gövdə və kipləşdiricinin materialı haqqında təsəvvür olsun deyə armaturlar müxtəlif boyalarla rənglənilirlər (cədvəl 2.2).

Cədvəl 2.2

Armaturun materialı və rəngi

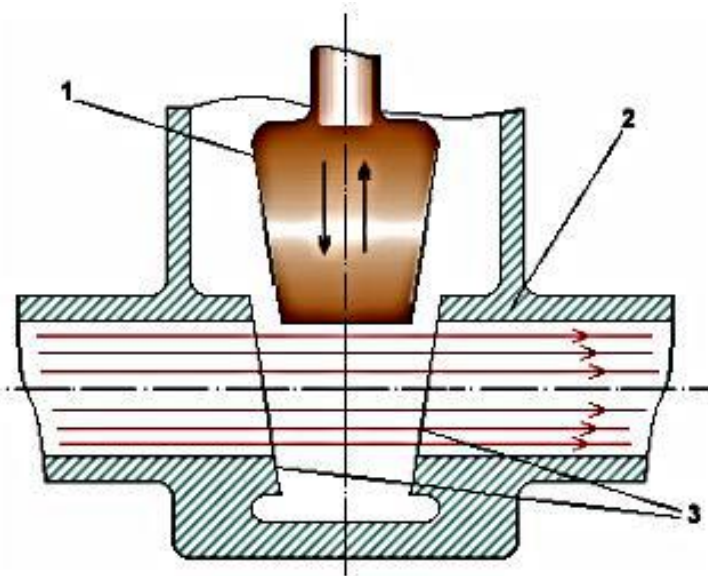
Materialı	Boyanın rəngi
Çuqun	Qara
Karbonlu polad	Boz
Korroziyaya davamlı polad	Mavi
Legirlənmiş polad	Göy
Latun, bürünc	Rəngsiz

2.5.2. Bağlayıcı armaturlar

Bağlayıcı armaturun (klapanın) əsas vəzifəsi – texnoloji proseslərin tələblərinə uyğun olaraq işçi mühitin boru kəmərinə axınının dayandırılması və yenidən verilməsidir. Bundan başqa, bağlayıcı armaturdan axının bir xətdən başqasına keçirilməsi zamanı, axının drosselləşməsi (sərfin, təzyiqin və sürətin dəyişdirilməsi) üçün də istifadə edilir.

Bağlayıcı armaturun aşağıdakı növləri vardır: siyirtmə, ventillər, kran və s.

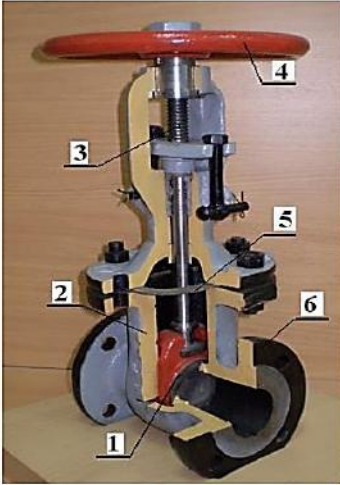
2.5.2.1. Siyirtmələr. Siyirtmə - bağlayıcı elementi (axın hərəkətinə perpendikulyar hərəkət edən) lövhə, disk və ya paz-şəkilli olan armaturdur (şək. 2.21).



Şək. 2.21. Siyirtmənin prinsipial iş sxemi

1- bağlayıcı-tənzimləyici element; 2- gövdə;
3- gövdənin kipləşmə səthləri.

Şerti diametri 50 – 2000 mm olan boru kəmərləri ilə, işçi təzyiqi 0,4 – 20 Mpa və temperaturu 450⁰ C-ə qədər olan qaz və maye halında mühitlərin axınının dayandırılması üçün siyirtmələrdən geniş istifadə edilir. Şək. 2.22- də mexaniki və elektrik intiqallı siyirtmələrin quruluş sxemləri verilmişdir.



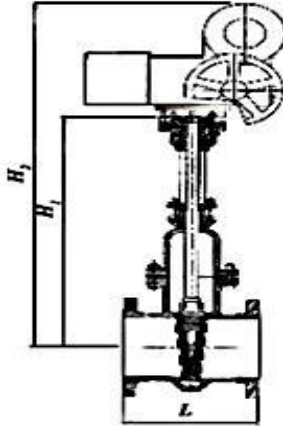
a)



b)



c)

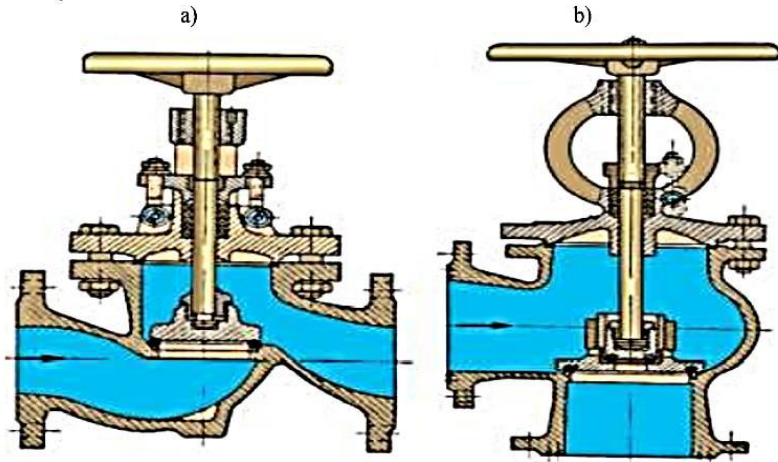


Şək. 2.22. Siyirtmələrin quruluşu

- a- mexaniki siyirtmə “bağlı” vəziyyətdə;
 b- mexaniki siyirtmə “açıq” vəziyyətdə; c -elektrik intiqallı
 siyirtmə; 1- bağlayıcı element (zatvor); 2- gövdə; 3- şpindel;
 4- dəstək (maxovik); 5- kipləşdirici araqat; 6- fləns.

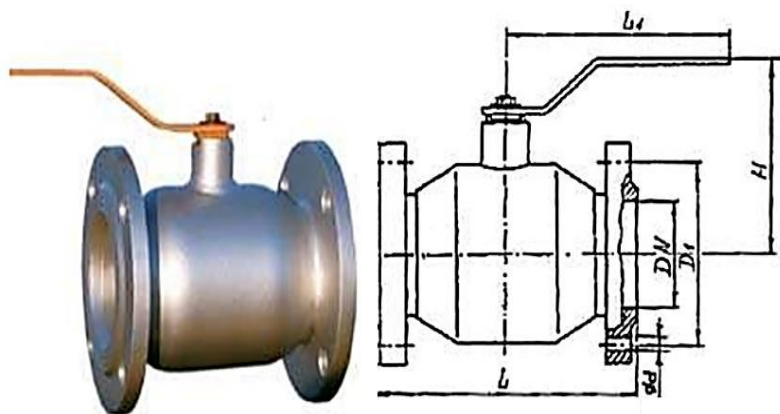
Konstruksiyasının sadəliyi və hidravlik müqavimətinin kiçik olması (ventillərlə müqayisədə) kimi müsbət xüsusiyyətləri siyirtmələrdən neft hasilatı, emalı və nəqli obyektlərində geniş istifadə etməyə imkan verir. Siyirtmələrin çatışmayan cəhəti nisbətən hündür olmasıdır.

2.5.2.2. Ventillər. Ventillər konstruksiyasının sadəliyi ilə seçilir və bağlı vəziyyətdə kipliyin etibarlı təmin olunmasına imkan verir. Daha çox kiçik diametrlı boru kəmərlərində istifadə olunur. Şək. 2.23-də düz keçidli (a) və bucaq keçidli (b) ventillərin sxemləri göstərilmişdir.

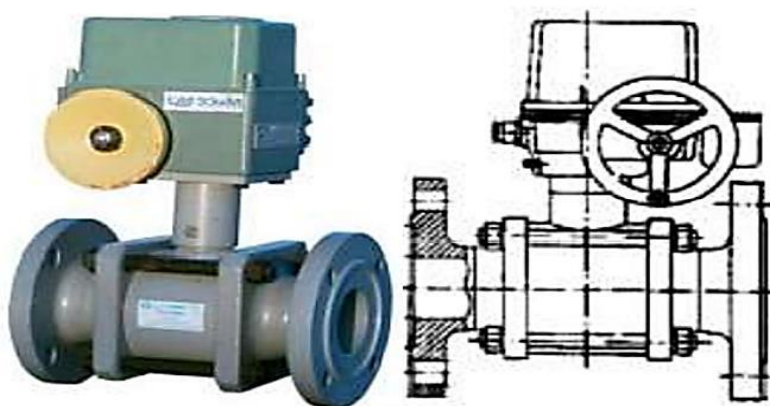


Şək. 2.23. Ventillər
a) düz keçidli; b) bucaq keçidli.

2.5.2.3. Kranlar. Kran – bağlayıcı qurğu olub, gövdədən və içərisində maye və ya qazı ötürmək üçün oyuk olan dairəvi formalı tıxacdan ibarətdir. Şəkillərdə sadə (şək.2.24-də) və elektrik intiqallı (şək. 2.25) kürəvi kranlar göstərilmişdir.



Şək. 2.24. Kürəvi kran



Şək. 2.25. Elektrik intiqallı kürəvi kran

2.5.3. Boru kəmərinə armaturların yerləşdirilməsi

Boru kəmərlərində bağlayıcı armaturların yerləşdirilməsi tikinti norma və qaydaları ilə rəqlamentləşdirilir.

Neft-qaz kəmərlərində bağlayıcı armatur hesablamalarla müəyyən edilmiş məsafədə, lakin hər 30 km-dən uzaq olmaya-

raq quraşdırılmalıdır. Bundan başqa, aşağıdakı hallarda bağlayıcı armaturun quraşdırılması nəzərdə tutulmalıdır:

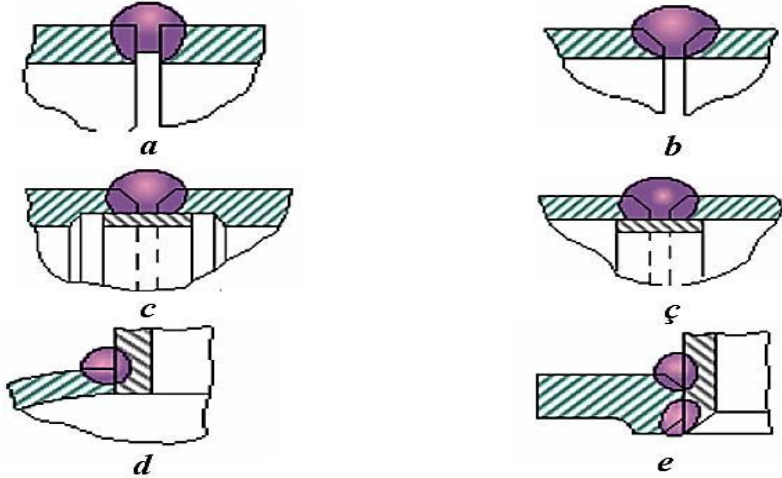
- su maneələrinin keçidlərində hər iki sahildə;
- boru kəmərinə ayrılan hər qolun başlanğıcında (15 metrədən uzaq olmamaq şərti ilə);
- qaz paylayıcı stansiyalara (QPS) gedən xətlərdə (uzunluğu 1000 metrədən çox olduqda) QPS-dən 300-500 m aralıda;
- kompressor stansiyasının (KS), yeraltı qaz anbarlarının (YQA) və baş tikililərin giriş və çıxışındakı qaz kəmərlərində, aşağıda göstərilən məsafədən az olmayaraq:
 - 1400 mm diametrli olarsa – 1000 m;
 - 1000-1400 mm diametrli olarsa – 750 m;
 - 1000 mm-dən kiçik olarsa – 500 m.
- avtomobil körpülərinin hər iki tərəfində (qaz kəməri onların altından keçərsə) 250 metrədən az olmayan məsafədə;
- şəhər və digər yaşayış məntəqələrindən və sənaye müəssisələrindən hündür səviyyədə keçən neft və ya neft məhsulları kəmərlərinin bir və ya hər iki sonluğunda (relyef nəzərə alınmaqla layihə üzrə);
- III sinif bataqlıqların hər iki tərəfində (uzunluğu 500 metrədən çox olarsa).

2.6. Boruların birləşmələri

Boru kəmərlərində boruların birləşdirilməsinin müxtəlif növləri mövcuddur: qaynaq (elektrik və qaz qaynağı), fləns, mufta, nipel və s. birləşmələri.

2.6.1. Qaynaq birləşmələri

Boru kəmərlərinin birləşmələrinin ən geniş yayılanı qaynaq üsuludur (şək. 2.26). Bu üsulun digər birləşmə üsullarından üstünlüyü sadəliyi, möhkəmliyi, birləşmələrin kiçikliyi, istismarda etibarlılığı və material sərfinə görə qənaətliliyidir.



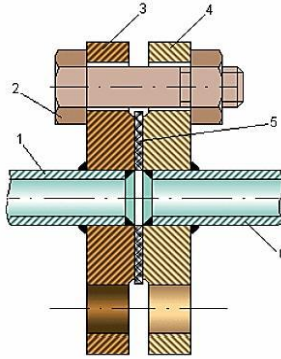
Şək. 2.26. Qaynaq birləşmələri tikişlərinin bəzi növləri
a- birtərəfli tikiş; b- meyilli kənarlarla birtərəfli tikiş; c- daxili yonma və halqa qoyulmaqla edilən tikiş; ç- ara halqa qoyulmaqla daxili yonma ilə edilən tikiş; d- kənarları meyilli olmayan künc qaynaq tikişi; e- kənarları meyilli olan künc qaynaq tikişi.

Əksər hallarda boru kəmərlərinin elektrik qövs qaynağı avtomatik olaraq flyüs altında və ya karbon qazı mühitində həyata keçirilir.

Boru kəmərlərinin qaynaq işləri barədə kitabın növbəti bölmələrində geniş məlumat veriləcəkdir.

2.6.2. Fləns birləşmələri

Boru kəmərlərinin birləşmələri sırasında fləns birləşmələri də mühüm yer tutur (şək.2.27). Quraşdırılmasının və sökülməsinin asanlığı fləns birləşmələrinin tətbiq edilməsini şərtləndirən əsas səbəblərdəndir. Bu birləşmələr flənslərdən, birləşdirici bolt və qaykalardan, araqatlardan ibarətdir.



Şək. 2.27. Boru kəmərlərinin fləns birləşmələri

- 1, 6- boru kəmərinin birləşdirilən hissələri;
2- bolt-qayka (şpilka); 3, 4- flənslər; 5- araqat.

Fləns birləşmələri qaynaq birləşmələrindən qiymətcə baha və onlarla müqayisədə aşağıdakı çatışmazlıqlara malikdirlər:

- 1) boltların boşalması və ya araqatın deformasiyası birləşmənin kipliyini poza bilər;
- 2) onların istehsalına daha çox metal sərf olunur;
- 3) birləşmənin qabarit-ləri böyük olur;
- 4) araqatın mütəmadi olaraq yenisi ilə əvəz edilməsi tələb olunur.

Neft bazalarında aşağıdakı flənslərdən istifadə edilir: polad qaynaqlı, yivli polad və çuqun, tökmə polad və çuqun (armaturla birlikdə).

Qaynaqlı flənslər qiymətinin aşağı olması, istehsalının sadəliyi, etibarlılığı və quraşdırılmasının asan olması ilə seçilirlər.

2,5 MPa-dan böyük təzyiqlərdə işləyən boru kəmərləri üçün yalnız qaynaqlı flənlərdən istifadə olunur.

Qaynaqlı flənlərin qalınlığını aşağıdakı ifadə ilə müəyyən etmək olar:

$$\delta = K\{(qD - d)t/[\sigma(t - d_1) \cdot d_1]\}^{1/2} + 1.2sm \quad (2.6)$$

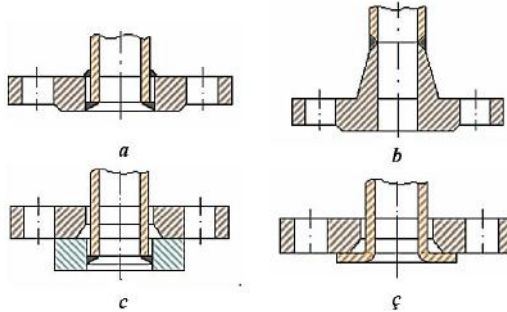
Burada: K- əmsalının qiyməti, əgər kipləşdirici araqat flənsin ön səthini tam örtərsə $k=0,43$; araqat yalnız flənsin təmas səthini örtərsə, $k=0,6$ qəbul edilir; q-bir bolta düşən yük, kq; D- bolt oyuqlarının diametri, sm; d- borunun xarici diametri, sm; σ - əyilmədə icazə verilən gərginlik, kq/sm²; t-boltların addımı, sm; d₁-boltun diametridir, sm.

Bir bolta düşən yükü aşağıdakı ifadə ilə tapmaq olar:

$$q = K_3\pi \left(D_1 + 2\frac{b}{3}\right)^2 p/4n \quad (2.7)$$

Burada: K₃=1,3-1,5 - boltun sıxılma əmsalı, D₁-araqatın daxili diametri, sm; b- araqatın eni, sm; p- daxili təzyiğin mümkün maksimal qiyməti kq /sm²; n- boltların sayıdır.

Boru ilə fləns səthinin birləşməsinin bir neçə üsulu tətbiq edilir. Lakin daha çox hamar səthli flənlərdən istifadə olunur (şək. 2.28).

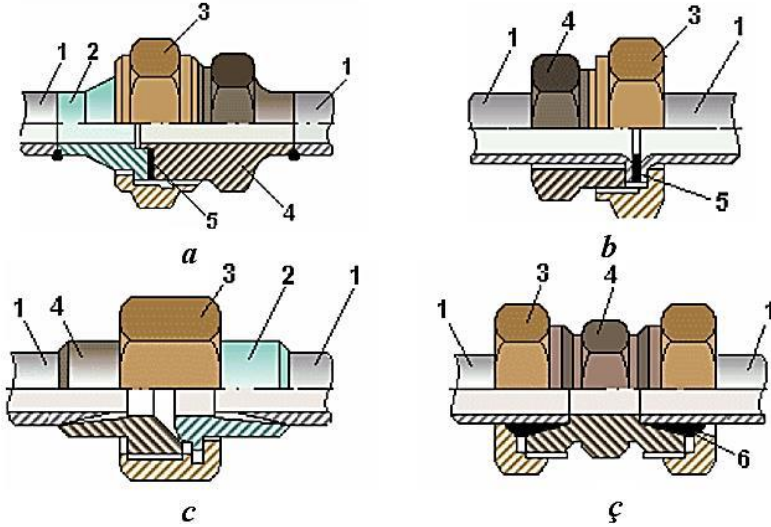


Şək. 2.28. Flənlərin qaynaq üsulları

- a- qaynaq edilən hamar səthli fləns; b- tikişlə qaynaq edilən fləns; c- qaynaq halqası ilə sərbəst fləns; ç- bortlaşdırılmış boruda sərbəst fləns.

2.6.3. Ştuser birləşmələri

Qatı və maye sürtkü maddələrinin nəqli üçün nəzərdə tutulan yüksək təzyiqli boru kəmərlərində, su, qaz xətlərində, həmçinin yivli boru kəməri armaturlarının, nəzarət ölçü və avtomatika cihazlarının birləşdirilməsi zamanı ştuser birləşmələrindən istifadə olunur (şək. 2.29).



Şək 2.29. Ştuser birləşmələrinin növləri

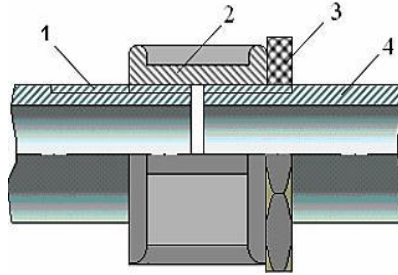
a- boru kəmərlərinin tikişlə qaynaq edilmiş ştuser birləşməsi; b- bortlu boruların ştuser birləşməsi; c- konusşəkilli yivlə ştuser birləşməsi; ç- birləşmiş halqa ilə ştuser birləşməsi; 1- birləşdirilən borular; 2- nippel; 3- qayqa; 4- ştuser; 5- araqat; 6- halqa

2.6.4. Mufta (yiv) birləşmələri

Quraşdırılıb-sökülə bilən boru birləşmələrindən biri də mufta birləşmələridir (şək. 2.30). Mufta birləşmələri su, qaz kəmərlərində istifadə edilir. Muftalar qısa silindr formasında

olub, daxili səthində olan yiv hesabına birləşdirilən boruların uclarına burulur.

Yivli birləşmədə kipliyin təmin edilməsi məqsədilə müxtəlif materiallardan (polimer lent, boyalı tənzif və s.) istifadə edilir.



Şək. 2.30. Mufta birləşmələri

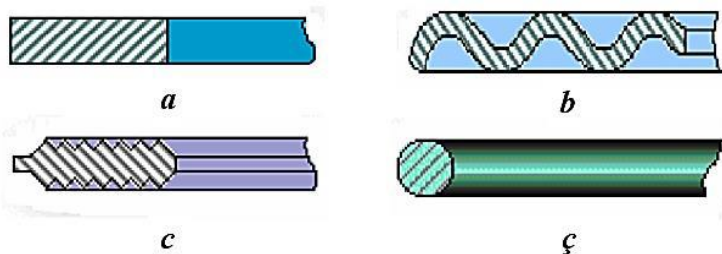
1- borunun uzun yivli hissəsi; 2- mufta; 3- kontrqayka.

Mufta birləşmələrində borunun bir kənarına muftanın tam burula biləcəyi ölçüdə uzun yivli borucuq (“sqon”) bərkidilir və kontrqayka quraşdırılır. Borunun digər kənarına uzunluğu təxminən muftanın uzunluğunun yarı-sına bərabər ölçüdə yiv açılır. Bu zaman borular muftanın “sqon”dan əks tərəfə (qısa yivli boruya) sona qədər burulması və uzun yivli borucuqdakı kontrqaykanın muftanın əks kənarına tam burularaq bərkidilməsi ilə birləşdirilir.

2.6.5. Araqatlar

Boru kəmərlərinin fləns birləşmələrinin kipliyini təmin etmək üçün xüsusi doldurucu materiallardan hazırlanmış araqatlardan istifadə olunur. Onlar, boru kəmərinin daxili təzyiqinə və temperatur dəyişmələrinə, aqressiv mühitdə kimyəvi təsirlərə, istiliyə davamlı olmaq üçün kifayət qədər elastikliyə və möhkəmliyə malik olmalıdırlar. Araqatın növünün və materialının seçilməsi boru kəmərinin konkret iş şəraitindən – temperaturu, təzyiqi və mühitin aqressivlik dərəcəsindən asılıdır.

Araqatların forması və ölçüləri kipləşdirilən birləşmələrin konfigurasiyası ilə müəyyən edilir (şək. 2.31). Araqatların hazırlanması üçün həm qeyri-metal, həm də metal materiallardan istifadə olunur. Metal araqatlar çətin şəraitlərdə (yüksək temperatur və təzyiq, aqressiv mühit və s.) istismar edilən obyektlərin armaturlarının birləşmələrində tətbiq edilir.



Şək. 2.31. Araqatların növləri
 a- yastı araqat; b- büzməli (dalğalı) araqat;
 c- dişli araqat; ç- dairəvi araqat.

2.7. Boru kəmərlərinin istilikdən genişlənməsinin kompensasiyası

İstismar prosesində ətraf mühitin və nəql olunan mühitin temperatur dəyişmələri boru kəmərlərinin də temperaturunun dəyişməsinə səbəb olur. Boru kəmərinin divarının temperatur sıçrayışları isə onun uzunluğunun dəyişməsinə səbəb olur.

Boru kəmərinin uzunluğunun temperaturdan dəyişməsi aşağıdakı bərabərliklə ifadə olunur:

$$\Delta = \alpha \cdot l(t_q - t_0) \quad (2.8)$$

Burada: Δ - boru kəmərinin uzunluğunun artması və ya azalması; α - boru metalının xətti genişlənmə əmsalı (polad borular üçün $\alpha = 0,000012 \text{ } 1/^\circ\text{C}$); l - boru kəmərinin uzunluğu; t_q -

boru kəmərinin quraşdırılma temperaturu; t_o - ətraf mühitin temperaturudur.

Əgər boru kəmərinin sonluqları sərt bərkidilərsə, bu zaman temperaturun təsirindən onda termik dartılma və sıxılma gərginlikləri yaranır. Bu gərginliklərin qiyməti Hük qanunu ilə təyin edilir:

$$\sigma = \pm E \frac{\Delta}{l} = \pm E \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (2.9)$$

Burada: E – boru materialının elastiklik moduludur (polad üçün $E=2,1 \cdot 10^6$ kq/sm²= $2,1 \cdot 10^5$ MPa).

Bu gərginliklər boru kəmərinin bərkidildiyi nöqtələrdə kəmərx oxu boyunca yönələn və kəmərx uzunluğundan asılı olmayan gərginliklər yaradır:

$$N = \sigma \cdot F \quad (2.10)$$

Burada: σ - temperatur dəyişməsindən boruda əmələ gələn sıxılma və dartılma gərginliyi; F – boru materialının canlı en kəsik sahəsidir.

Yaranan gərginliyin qiymətinin çox böyük olması boru kəmərxinin, armaturların, dayaqların dağılmasına gətirə bilər, həmçinin qurğuların, avadanlıqların (nasoslar, filtrlər və s.) və çənləri zədələyə bilər.

Yeraltı boru kəmərlərxinin uzunluğunun dəyişməsi təkcx temperatur tərəddüdlərindən deyil, həm də borunun qrunlarla sür-tünmə gücündən asılıdır. Çünki bu, boru kəmərxinin uzunluğunun dəyişməsinə mane olur.

Əgər termik gərginliklərdən yaranan güc boru kəmərxinin uzunluğundan asılı deyilsə, onda borunun qrunlarla sür-tünmə gücü boru kəmərxinin uzunluğuna birbaşa praporsional olacaqdır. Uzunluğun elə bir qiyməti ola bilər ki, sür-tünmə gücü termik güclə eyni qiymətə malik olsun. Bu zaman boru kəmərxinin uzunluğu dəyişməyəcəkdir.

Kiçik uzunluqlu sahələrdə boru kəməri qruntda hərəkət edir. Boru kəmərinin qruntda yerini dəyişə biləcəyi belə sahənin maksimal uzunluğu aşağıdakı bərabərliklə təyin edilə bilər:

$$l_{max} = \frac{\alpha \cdot E \cdot (t_q - t_0) \cdot \delta}{k \cdot \mu} \quad (2.11)$$

Burada: δ – boru divarının qalınlığı, sm; k – qrunnun boru səthinə təzyiqi, kq/sm²; μ – borunun qruntda sürünmə əmsəlidir.

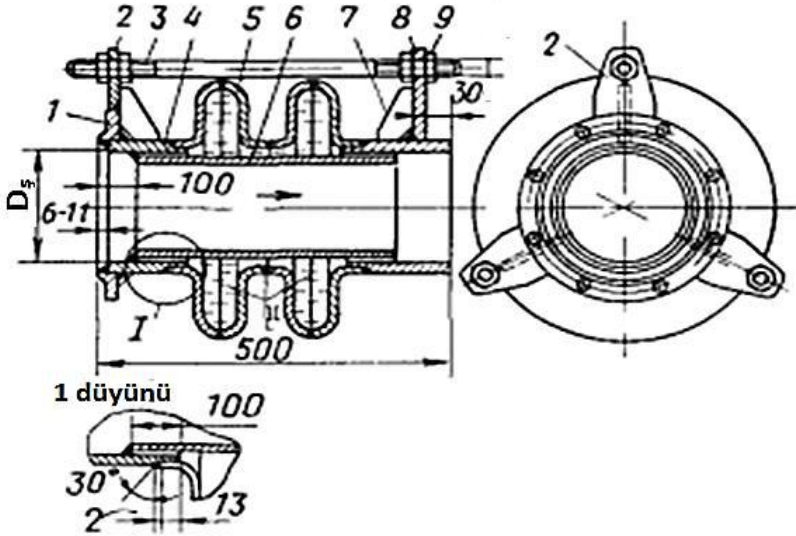
2.7.1. Kompensatorlar

Boru kəmərlərində termik gərginliklərin aradan qaldırılması kompensatorların quraşdırılması ilə aradan qaldırılır. *Kompensator* – birləşmələri zədələmədən boru kəmərlərinə temperatur dəyişmələrindən sərbəst şəkildə uzanmağa və qısalmağa imkan verən qurğudur. Linzalı və əyilmiş (II-şəkilli) kompensatorlar tətbiq edilir.

Boru kəmərinin trasının dəqiqləşdirilməsi zamanı çalışmaq lazımdır ki, kəmərin bir hissəsinin temperaturdan uzanması digərinin deformasiyasını qəbul edə bilsin, yəni, bütün dönmə bucaqlarından və əymələrdən istifadə etməklə boru kəmərlərinin özünü kompensasiyasına nail olmaq mümkün olsun.

Linzalı kompensatorlar işçi təzyiqi 0,6 Mpa, diametri 150-1200 mm olan boru kəmərlərinin uzunluğunun temperaturdan artmasını kompensasiya etmək üçün tətbiq edilir (şək. 2.32).

Linzalı kompensatorlar lövhələrdən hazırlanır. Öz aralarında cüt qaynaq edilmiş bu lövhələr dalğa əmələ gətirirlər. Kompensatorlarda uzunluq boyu əyilmənin qarşısını almaq üçün belə dalğaların sayı 12-dən çox olmur. Linzalı kompensatorların kompensətmə qabiliyyəti 350 mm-ə qədər olur.



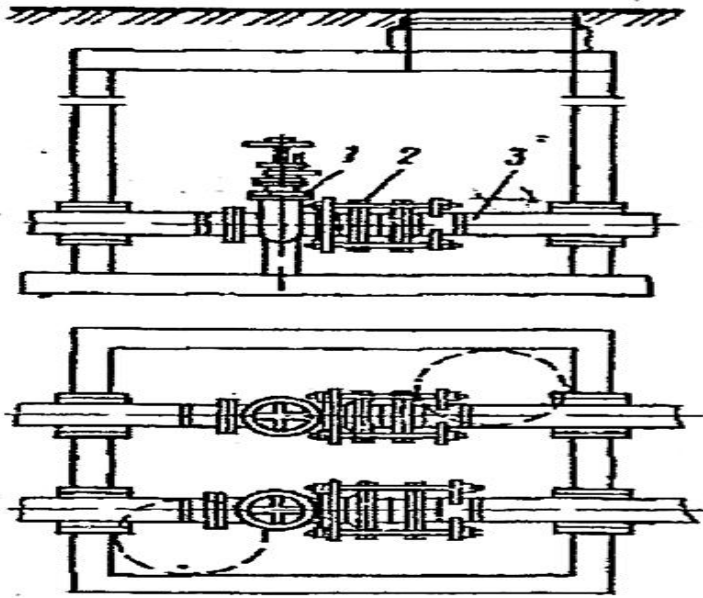
Şək. 2.32. Bir flənsli, iki linzalı kompensator ($P=0,3$ MPa)

1-fləns; 2,8-dayaqlar; 3-dartqı; 4-borucuq;
5-yarımlinza; 6-stakan; 7-qabırğa; 9-qayka.

Böyük diametrlı siyirtmələr quraşdırılarkən texniki heyətin xidmət göstərməsini təmin etmək üçün quyuları daha qabaritli hazırlamaq zərurəti yaranır. Bu zaman quyuda siyirtmədən sonra qazın axını istiqamətində linzalı kompensator quraşdırılır.

Şəkil 2.33-də $D_{\text{ş}}=100\text{--}400\text{mm}$ olan siyirtmələr quraşdırılmış dəmir-beton quyunun konstruksiyası verilmişdir. Qrunt suları mövcud olan yerlərdə quyuların xarici divarları suvanır və hidroizolə edilir.

Linzalı kompensatorlar hermetikliyi, az qabaritli olması, hazırlanmasının və istismarının sadəliyi ilə seçilsə də, böyük təzyiqlərdə tətbiqinin mümkünsüzlüyü onların tətbiq sahəsini məhdudlaşdırır.

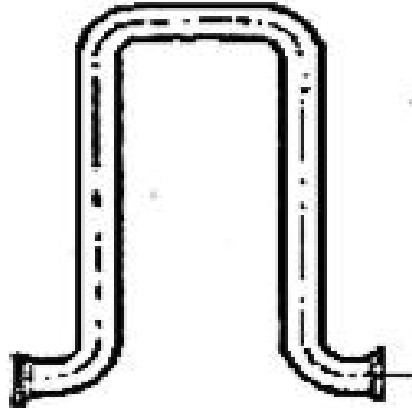


Şək. 2.33. İki siyirtmənin quraşdırıldığı dəmir-beton quyru
1– paralel siyirtmələr, 2– ikilinzalı kompensator, 3– qaz xətti.

Əyilmiş kompensatorlar Γ və ya Π -şəkilli və s. formalara malik olub (şək. 2.34), boru kəmərinin quraşdırıldığı borulardan quraşdırma yerində (tikinti sahəsində) hazırlanırlar. Belə kompensatorlar təzyiqin istənilən qiymətinə uyğun gəlir və hermetik olurlar. Onların çatışmayan cəhəti qabaritlərinin böyük olmasıdır.

Boru kəmərlərinin dayaqları sərbəst (tərpənən) və sərt (tərpənməz və ya ankerli) olurlar.

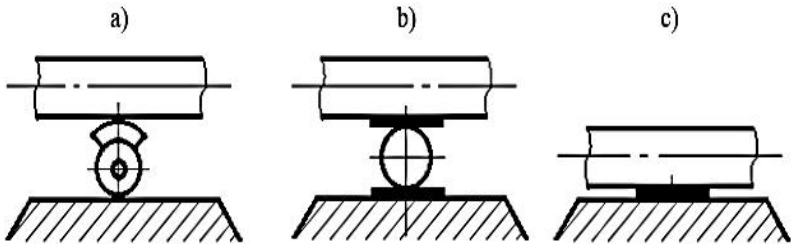
Sərt dayaqlar o yerdə quraşdırılır ki, orada boru kəmərinə müəyyən vəziyyətdə bərkitmək lazım gəlir (şaxələnmə olan yerdə, kompensatorlar arasında, avadanlıq və qurğulara qoşulan yerlərindən öndə və s.).



Şək. 2.34. U-şəkili kompensator

2.8. Boru kəmərlərinin dayaqları

Sərbəst dayaqlar boru kəmərinin uzununa və eninə yerdəyişməsini məhdudlaşdırmır. Onlar diyircəkli (şək. 2.35, a, b) və sürüşən (şək. 2.35, c) konstruksiyada hazırlanırlar. Sürüşən dayaqlar hamar səthə malik olurlar, konstruksiyasının sadəliyi onların geniş diapazonda tətbiq edilməsinə imkan verir. Diyircəkli dayaqlar daha mürəkkəb olduqlarına görə daha az və dəqiqlik tələb olunan hallarda tətbiq olunur.



Şək. 2.35 Boru kəmərlərinin dayaqları
a, b-diyircəkli dayaqlar, c-sürüşən dayaqlar.

Sərbəst dataqlar şaquli və üfüqi yüklərə hesablanırlar.

Şaquli yük (Q) borunun, armaturun, mühafizə qatının, boru kəmərinin dolduran qarın, buzun və suyun (hidravlik sınaq zamanı) ağırlığından yaranır.

Aralıq dayağa düşən hesabi yük aşağıdakı kimi hesablanır:

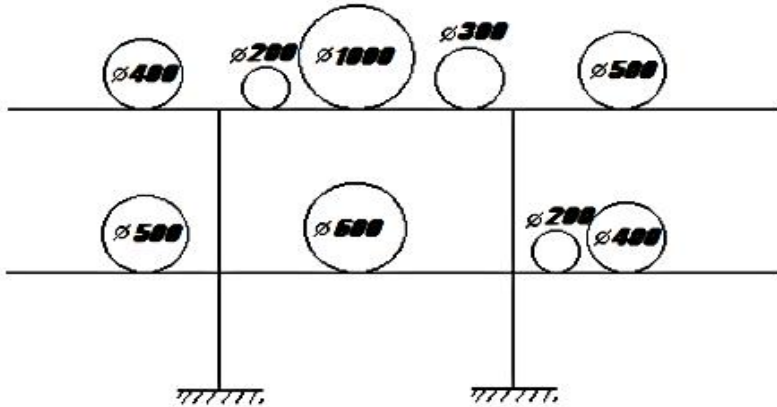
$$Q = k \cdot q \cdot l \quad (2.12)$$

Burada: $k=1,2$ – artıq yüklənmə əmsalı; q - 1 poqonmetr boruya düşən ümumi yük, kq/m ; l - iki dayaq arasındakı məsafədir, m .

Üfüqi yerləşən boru kəmərinə küləyin təsirindən dayağa düşən yük (şək. 2.36) aşağıdakı bərabərliklə hesablanıla bilər:

$$S = k \cdot P_k \cdot D \cdot l \quad (2.13)$$

Burada: P_k - küləyin sürət (basqısı) təzyiqi, kq/m^2 ; D -boru kəmərinin diametridir (mühafizə qatı da nəzərə alınmaqla), m .



Şək. 2.36. Dayağın eninə kəsiyinin yüklənmə sxemi.

Doqquz buxar və qaz kəmərləri üçün iki mərtəbəli dayaq

Boru kəmərinin uzununa oxu boyu dayağa təsir göstərən üfqi yüklər bir neçə yerə bölünür:

- a) boru kəməri ilə dayaq arasında yaranan sürtünmə gücü;
- b) kompensatorların təsiri;
- c) tıxac və ya bağlı siyirtməyə olan təzyiqdən yaranan qüvvələr (əyilmiş kompensatorlar olduqda bu qüvvələr nəzərə alınmır).

Sürüşən və ya diyircəkli konstruksiyalı aralıq dayaqqlar üçün boru kəmərinin oxu boyu üfqi hesabi qüvvə (sürtünmə qüvvəsi) aşağıdakı ifadə ilə tapıla bilər:

$$N = \mu \cdot Q \quad (2.14)$$

Burada: μ -sürtünmə əmsalı; sürüşən dayaqqlar üçün, poladın poladla və ya çuqunla sürtünməsi zamanı $\mu=0,3$; poladın betonla sürtünməsi zamanı $\mu=0,6$; diyircəkli dayaqqlar üçün isə $\mu = \frac{0,005}{R}$, harada ki, R-diyircəyin radiusudur, sm.

Linzalı kompensatorun temperatur və daxili təzyiqdən yan basqısı (təzyiq) aşağıdakı ifadələrlə hesablanıla bilər:

- a) linzanın maksimal buraxıla bilən çökməsinə (linzanın sıxılmasına) uyğun gələn temperatur deformasiyaları hesabına olan təzyiq:

$$P_{tem} = \frac{1.25 \cdot \delta^2}{1 - \beta} \cdot \frac{\pi \cdot \sigma_T}{k_3} \quad (2.15)$$

- b) daxili təzyiq hesabına linzalı kompensatorun yan basqısı:

$$P_{təz} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{8} \cdot p \quad (2.16)$$

- c) linzalı kompensatorun ümumi yan təzyiqi:

$$P_K = P_{tem} + P_{təz}$$

Burada: δ -linzanın divarının qalınlığı, sm; σ_T -poladın axma həddi, kq/sm²; $\beta=d/D$, harada ki, d və D – müvafiq olaraq

linzanın daxili və xarici diametrləridir; k_3 -ehtiyat əmsalı olub, kompensatordakı təzyiğin qiyməti 0,25 MPa-dan az olduqda, 1,2 və 0,25 MPa-dan çox olduqda 1,3 qəbul edilir; p - işçi təzyiqdır, kq/sm².

Anker dayaqları yüklü və yüksüz (uc) olaraq iki yerə bölünür. Yüksüz anker dayaqlarına təsir göstərən horizontal hesabi qüvvə, bir boru kəməri çəkildiyi halda aşağıdakı ifadələrlə hesablanır:

a) aşırımlarda siyirtmələr quraşdırılmayıbsa (şək. 2.37. a, c), üfüqi qüvvə anker dayağından hər iki tərəfə təsir edən qüvvələrin fərqi kimi qəbul edilir. Bu zaman qiymətcə aşağı olan qüvvə 0,8 əmsalına vurulur; H anker dayağına olan təzyi q aşağıdakı kimi tapıla bilər:

$$P_{hes.}=(P_1+N_1)-0,8(P_2+N_2) \quad (2.17)$$

Burada: P_1 , P_2 , N_1 və N_2 - uyğun olaraq, kompensatora temperaturdan olan yan təzyiqlər və H dayağından solda və sağda yerləşən dayaqlara olan sürtünmə gücüdür.

b) əgər aşırımların birində siyirtmə quraşdırılmışdırsa (şək. 2.37. b, d), onda H dayağına düşən təzyiqi aşağıdakı kimi tapmaq olar:

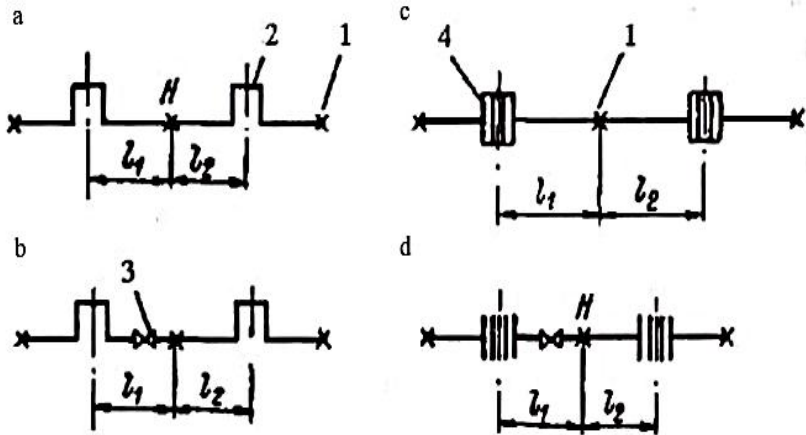
- şək. 2.37. b halı üçün

$$P_{hesabi} = P_1 + N_1 - 0.8N_2 \quad (2.18)$$

-şək. 2.37. d halı üçün

$$P_{hesabi} = P_1 + N_1 - 0.8N_2 + \frac{\pi d^2}{4} \cdot p \quad (2.19)$$

Uc anker dayağına düşən üfüqi qüvvəni müəyyən etmək üçün hesablamada dayağın yalnız bir tərəfindən olan qüvvə daxil edilir.



Şek. 2.37. Anker dayağının hesabi sxemi (aşırımlarda siyirtmə və kompensatorların yerləşməsi)

1- anker dayağı; 2- П-şəkili kompensator;
3- siyirtmə; 4- linzalı kompensator.

Dayaqların səthinin sahələri aşağıdakı verilənlərə əsasən təyin edilir:

- sürüşən dayağın işçi sahəsi, sm^2 :

$$F = \frac{Q}{\sigma_q} \quad (2.20)$$

- diyircəkli dayaqda diyircəyin uzunluğu, sm:

$$S_d = \frac{Q}{\sigma_q} \quad (2.21)$$

Burada: σ_q - qırışmada buraxıla bilən təzyiq olub, qiyməti sürüşən polad dayaqlar üçün $[\sigma_q] < 100 \text{ kq/sm}^2$, diyircəkli dayaqlar üçün isə $[\sigma_q] \leq 50 \text{ kq/sm}^2$.

Sərt (tərpənməz) dayaqların konstruksiyası və ölçüləri çox müxtəlif olur və boru kəmərinin quraşdırılma üsulundan, dayağa təsir edən qüvvənin qiymətindən asılıdır.

Boru kəmərinin buraxıla bilən aşırımının uzunluğunu möhkəmlik şərtinə görə aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək olar:

$$l = \sqrt{\frac{(R - \frac{P_s \cdot D}{4\delta}) \cdot W \cdot m}{8.33 \cdot q}} \quad (2.22)$$

Burada: R -polad üçün hesabi müqavimət; P_s -borunun sınaq təzyiqi; D -boru kəmərinin orta diametri; W - borunun müqavimət momenti; m - iş şəraiti əmsalı ($m=0,8$); q -1 poqonometr boruya düşən cəm yüküdür.

Buraxıla bilən əyilmə şərtinə görə yazmaq olar:

$$l = \sqrt[4]{\frac{384 \cdot E \cdot J \cdot f}{5 \cdot q}} \quad (2.23)$$

Burada: E -elastiklik modulu; $J = \frac{\pi d^4}{64}$ – borunun inersiya momenti; f -əyilmədir.

Böyük diametrlı, nazik divarlı boru kəmərləri xarici təsirdən dayanıqlığa yoxlanmalıdır:

$$\sigma_{sly} \leq 30.8 \cdot 10^4 \cdot \frac{\delta}{D} \quad (2.24)$$

Burada: σ_{sly} - boru kəmərinə əyilmə nəticəsində yaranan maksimal uzununa sıxılma gərginliyidir.

2.9. Boru kəmərinin möhkəmliyə hesablanması

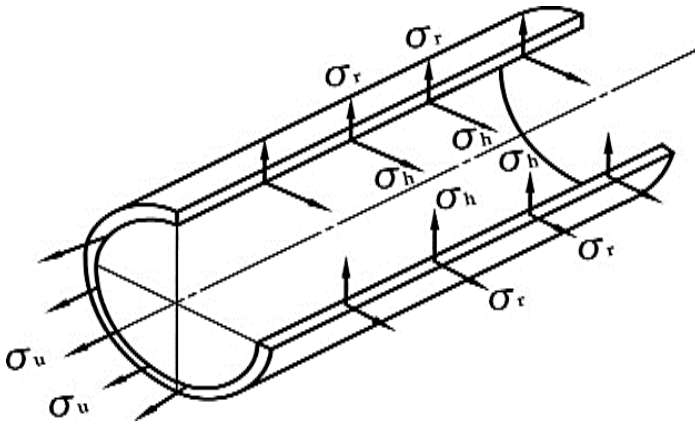
Boru kəmərləri bütün istismarı dövründə xarici və daxili qüvvələrin təsirinə məruz qalır. Bu qüvvələr boruda və tikiş birləşmələrində müxtəlif gərginliklər yaradır. Bu gərginliklər arasında uzununa, həlqəvi və radial gərginlikləri xüsusi qeyd etmək lazımdır (şək. 2.38).

Radial gərginlik daxili təzyiqlə əlaqədar olur (qiymətə ona bərabər, istiqamətə əks):

$$\sigma_r = -p \quad (2.25)$$

Daxili və xarici təzyiqlərin təsirindən yaranan həlqəvi gərginlik klassik Mariot düsturuna əsasən müəyyən edilə bilər:

$$\sigma_h = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \delta} \quad (2.26)$$



Şək. 2.38. Boru kəmərinə gərginliklərin paylanması

Daxili təzyiqdən yaranan uzununa gərginliyi aşağıdakı ifadə əsasında tapmaq olar:

$$\sigma_{up} = \mu \frac{p \cdot D}{2 \delta} \quad (2.27)$$

Burada: δ -borunun divarının qalınlığı; μ -Poisson əmsalıdır (polad üçün $\mu = 0,3$).

Borunun temperaturunun dəyişməsindən yaranan uzununa gərginlik Huk düsturu ilə təyin edilir:

$$\sigma_{ut} = \alpha \cdot E (t_2 - t_1) \quad (2.28)$$

Burada: α - metalın xətti genişlənmə əmsalı ($\alpha=0,000012$ $1/^\circ\text{C}$); - $E=2,1 \cdot 10^5$ MPa – metalın dartılmada, sıxılmada və əyilmədə elastiklik modulu; t_2 -boru kəməri xəndəyə qoyulduğu zaman havanın temperaturu; t_1 -borunun qoyulma dərinliyində qrunun ən aşağı temperaturudur.

Sıxıcı qüvvə ilə müqayisədə dartıcı qüvvə daha təhlükəlidir, onun azalması üçün ($t_2 - t_1$) temperaturlar fərqi azaltmağa cəhd etmək lazımdır. Uzununa gərginlikləri azaltmaq üçün qaynaq olunmuş boru kəməri günün daha soyuq saatlarında (səhər tezdən) xəndəyə qoyurlar.

Bütün gərginliklərdən daha təhlükəlisi həlqəvi gərginlikdir.

Boruda böyük uzununa gərginlik onun soyuq halda əyilməsi zamanı (kəmər trasının relyefinin qeyri-hamar olması üzündən) əmələ gəlir. Bu gərginliyi aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\sigma_{uz} = E \cdot \frac{D_x}{2\rho} \quad (2.29)$$

Burada: D_x - borunun xarici diametri; ρ -əyilmə radiusudur.

Hazırda magistral boru kəmərlərinin hesablanması elə bir böhran həddi üçün aparılır ki, bu həddən sonra konstruksiyanın normal istismarını davam etdirmək mümkün olmasın. Üç böhran halını fərqləndirmək olar:

1) Yükgötürmə qabiliyyətinə görə (konstruksiyasının möhkəmliyi və dayanıqlığı, materialın yorulması). Bu halda konstruksiya xarici təsirlərə müqavimət göstərmə qabiliyyətini itirir və sonrakı istismarı mümkünsüz edən qalın deformasiyalar alır.

2) Statik və dinamik yüklərin təsirindən hədsiz deformasiyaların inkişafına görə. Bu halda möhkəmlik və dayanıqlığını saxlasa da, konstruksiyada sonrakı istismara imkan verməyən deformasiyalar əmələ gəlir.

3) Çatların yaranmasına görə. Bu halda möhkəmlik və dayanıqlığını saxlasa da, konstruksiyada çatlar elə ölçülərə çata bilər ki, onların sonrakı istismarı mümkün olmasın.

Boru kəmərinin möhkəmliyinin təmin olunması o zaman mümkündür ki, ona təsir göstərən qüvvələrin maksimal qiyməti boruların minimal yük götürmə qabiliyyətindən kiçik olsun:

$$n \cdot p \cdot D \leq 2 \cdot \delta \cdot R_1 \quad (2.30)$$

Burada: n -yüklənmə əmsalı; D -borunun daxili diametri; R_1 -boru metalının və qaynaq birləşmələrinin hesabi müqavimətidir.

$$R_1 = R_1^n \cdot k_1 \cdot m_1 \cdot m_2 \quad (2.31)$$

Burada: $R_1^n = \sigma_n$ - boru materialının dartılmada normativ müqaviməti (boru materialının möhkəmlik həddinə bərabərdir); k_1, m_1, m_2 - iş şəraiti əmsallarıdır.

(2.30) bərabərliyində $D = D_x - 2 \cdot \delta$ olduğunu nəzərə alsaq:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_x}{2(n \cdot p + R_1)} \quad (2.32)$$

Hədsiz plastik deformasiyaların olmaması üçün aşağıdakı şərtin ödənilməsi lazımdır:

$$n \cdot p \cdot D \leq 0.9 \cdot 2\delta \cdot R_2 \quad (2.33)$$

Buradan yazmaq olar:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_x}{2(n \cdot p + 0.9R_2)} \quad (2.34)$$

Burada: $R_2 = \sigma_a$ - boru materialının axma həddidir.

δ -nın (2.32) və (2.34) ifadələri ilə alınan böyük qiyməti qəbul edilir. Qaynaq-quraşdırma işlərinin mövcud texnologiyalarına görə borunun divarının maksimal buraxıla bilən qalınlığı boru diametrinin 1/140-dən böyük, lakin şərti diametri 200 mm-dən çox olan borular üçün 4 mm-dən, şərti diametri 200 mm və daha kiçik olan borular üçün 3 mm-dən az olmamalıdır.

İstismarın daha çətin dövrləri üçün uzununa yükün cəmi borunun yükötürmə qabiliyyətindən az olmalıdır:

$$\mu \frac{p \cdot D}{2\delta} + E \cdot \alpha \cdot \Delta t + \frac{E \cdot D_x}{2\rho} \leq R_1 \quad (2.35)$$

Minimal yol verilən əymə radiusu isə:

$$\rho_{y.v} = \frac{ED_x}{2[R_1 - \mu \frac{P \cdot D}{2\delta} - E \cdot \alpha \cdot \Delta t]} \quad (2.36)$$

Qeyd. Δt “+” işarə ilə qəbul edilməlidir.

2.10. Boru kəmərlərinin buraxma (ötürücülük) qabiliyyəti

Neft-qaz kəmərlərinin buraxma qabiliyyəti dedikdə, onun sutka ərzində ötürə bildiyi neftin və ya qazın miqdarı başa düşülür.

Qaz kəmərinin sutkalıq buraxma qabiliyyətini aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq olar:

$$Q = 0,326 \cdot 10^{-6} \cdot D^{0,25} \sqrt{\frac{P_b^2 - P_s^2}{\lambda \cdot T_{or} \cdot L \cdot \Delta}}, \text{ mln.m}^3/\text{gün} \quad (2.37)$$

Burada: D - qaz kəmərinin daxili diametri; P_b və P_s - uyğun olaraq hesablanan qaz kəmərinin başlanğıcında və sonundakı təzyiqlər; T_{or} - qazın orta temperaturu; L - hesablanan qaz kəmərinin uzunluğu; Δ - qazın havaya görə nisbi sıxlığı; λ -hidravlik müqavimət əmsəlidir.

Qaz kəmərinin illik buraxma qabiliyyəti isə aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$Q_{il} = Q \cdot 365 \cdot K_q \quad (2.38)$$

Burada: K_q - qaz istehlakının qeyri-bərabərlik əmsəlidir, ($K_q=0,75-0,85$).

Cədvəl 2.3-də diametrindən və təzyiqindən asılı olaraq, qaz kəmərinin buraxma qabiliyyətinin qiymətləri göstərilmişdir.

Neft və neft məhsulları kəmərlərinin buraxma qabiliyyəti aşağıdakı amillərdən asılıdır: borunun diametri, nasos stansiyasının sonundakı təzyiq, nasos stansiyalarının trasda yerləşdirilməsi, nəql olunan məhsulun xarakteristikaları və s. Neft və neft

məhsullarının nəql edən boru kəmərlərinin buraxma qabiliyyəti haqqında məlumatlar cədvəl 1.1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.3

Qaz kəmərlərinin buraxma qabiliyyəti (mld. m³/il)

Diametr, mm	P=5,6 MPa təzyiqdə	P=7,5 MPa təzyiqdə
325	0,47	0,66
377	0,62	0,9
426	0,91	1,36
530	1,65	2,5
630	2,61	3,95
720	3,65	5,5
820	5,85	7,5
1020	9,1	12,5
1220	14,6	19,5
1420	20	29

2.11. Magistral boru kəmərlərinin metal tutumu və onların tikintisinə kapital qoyuluşu

Magistral boru kəmərlərinin iqtisadi göstəriciləri özündə metal tutumu və onların tikintisinə sərf olunan kapital qoyuluşunu birləşdirir. Boru kütləsinin xüsusi metal tutumu (M_x) – 1 km boru kəmərinə düşən boru kütləsinin (G) onun gündəlik məhsuldarlığına ($Q_{gün.}$) nisbəti kimi müəyyən edilir:

$$M_x = G/Q_{gün.} \quad (2.39)$$

Magistral boru kəmərinin tikintisinə ümumi kapital qoyuluşu ($K_{üm.}$) xətti hissəyə (K_1), nasos və kompressor stansiyalarına (K_2), zəruri halda çənlər parkları, aralıq qaz anbarlarına (K_3) və digər tikililərə qoyulan məsrəflərin cəmindən ibarətdir, yəni:

$$K_{üm} = K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n \quad (2.40)$$

Beləliklə, xətti hissədən və bir kompressor stansiyasından ibarət qaz kəmərinin tikintisinə çəkilən xərclər aşağıdakı kimi hesablanıla bilər:

$$K_{q.k.} = \frac{K_{ks}\Psi N}{L} + \frac{K_i}{L} + K_b G + K_{iz} D_x \quad (2.41)$$

Burada: K_{ks} - bir kompressor stansiyasının tikintisinə çəkilən xərc; N - bir KS-in gücü, kVt; Ψ - müəyyən olunmuş və işçi güclərin nisbəti; L - kompressor stansiyaları arasındakı məsafə; K_i - inzibati-məişət və yaşayış binalarının tikintisinə çəkilən xərc; K_b – boruların trasa gətirilmə, qaynaq olunma və xəndəyə düzülmə xərci; G - boruların kütləsi; K_{iz} - xəndəyin qazılması və boruların izolyasiyasına çəkilən xərc; D_x - boruların xarici diametridir.

Bir neçə kompressor stansiyasından ibarət tras üçün magistral qaz kəmərinin tikintisinin ümumi dəyəri (2.40) ifadəsi ilə hesablanmış qiymət olacaqdır.

Neft kəmərinin tikintisinə sərf edilən məsrəfləri aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq olar:

$$K = K_1 + K_{n.s.} \quad (2.42)$$

$$K_l = C_x L_{n.k.} \quad (2.43)$$

Burada: K_1 - xətti hissəyə çəkilən xərc; $K_{n.s.}$ - nasos stansiyalarının tikintisinə çəkilən xərc; C_x - xətti hissənin 1 km-ə çəkilən xərc; $L_{n.k.}$ - neft kəmərinin uzunluğudur.

Nasos stansiyalarının tikintisinə çəkilən xərci aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$K_{ns} = C_{bns} + (n - 1)C_{ans} + V_{\zeta} C_t \quad (2.44)$$

Burada: C_{bns} və C_{ans} – baş və aralıq nasos stansiyalarının tikintisinin qiyməti; n - vurucu nasos stansiyalarının ümumi sayı; V_{ζ} – çənlər parkının zəruri tutumu; C_t – 1m^3 tutumun tikinti dəyəridir.

Magistral boru kəmərlərinin texniki-iqtisadi səmərəliliyinin təhlili göstərir ki, boru kəmərinin diametrinin artması ilə bu göstəricilər yaxşılaşır.

Boru kəmərlərinin məhsuldarlığının (ötürücülük qabiliyyəti) yüksəldilməsi onun diametrinin qiyməti ilə əlaqədardır. Belə ki, boru kəmərinin diametrinin artırılması ilə onun ötürmə qabiliyyətinin də artırılmasına nail olmaq mümkündür.

Lakin multifazalı karbohidrogen qarışıqlarını nəql edən boru kəmərlərinin diametrini artırmaqla onun məhsuldarlığını sonsuza qədər artırmaq mümkün olmur. Bunun səbəbi həmin qarışıqların nəqli zamanı boru kəmərinə termobarik şəraitin dəyişilməsi nəticəsində baş verən proseslər və onların yaratdığı mürəkkəbləşmələrdir. Ona görə də karbohidrogen qarışıqlarını nəql edən boru kəmərlərinin layihələndirilməsi zamanı texniki-iqtisadi göstəricilərin hesablanması texnoloji proseslərin və nəql rejimlərinin mürəkkəbliyindən irəli gələn amillər nəzərə alınmalıdır.

III FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ VƏ ONLARIN TİKİNTİSİNİN TƏŞKİLİ

3.1. Magistrал boru kəmərinin layihələndirilməsi haqqında əsas məlumatlar

Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin başlanmasına qədər böyük həcmli layihə və texniki-təşkilati işlərin yerinə yetirilməsi tələb olunur. Hazırda magistrал boru kəmərlərinin layihələndirilməsi işində aerokosmik çəkilişlərdən, avtomat-laşdırılmış layihə sistemlərindən, kompüter texnologiyalarından və s. istifadə edilməsi sahəsində böyük təcrübə əldə edilmişdir.

Layihələrdə yerli və dünya təcrübəsindən istifadə etməklə tikintinin təşkilinin və yerinə yetirilmə texnologiyalarının müasir üsulları, yüksək məhsuldarlıqlı maşın və avadanlıqların tətbiqi, tikintinin kompleks mexanikləşdirmə və axın üsulu ilə aparılması öz əksini tapmalıdır,

Ötən dövr ərzində qazanılan təcrübə əsasında boru kəmərlərinin tikintisinin layihələndirilməsi üçün aşağıdakı prinsiplial texnoloji sxem müəyyən edilmişdir:

- texniki-iqtisadi əsaslandırma (TİƏ);
- texniki-layihə tapşırığı (TLT);
- işçi layihə (İL);
- tikintinin təşkili layihəsi (TTL);
- işlərin yerinə yetirilməsi layihəsi – tikinti istehsalı layihəsi (TİL).

Layihələrin işlənməsi zamanı qanunverici sənədlər və normativ aktlar, mövcud tikinti norma və qaydaları əldə rəhbər tutulmalıdır.

3.1.1. Texniki-iqtisadi əsaslandırma. Magistral boru kəmərinin tikintisi üçün əsas layihə sənədi texniki-iqtisadi əsaslandırma hesab olunur. Neft, neft-kimya və qaz sənayesinin inkişaf sxeminə əsasən mövcud neft və qaz yataqlarından karbohidrogenlərin xammal və yanacaq kimi istehlak rayonlarına verilməsi üçün layihələndirilən tikinti obyektinin iqtisadi məqsəddüyuğunluğu və xalq təsərrüfatı zərurəti bu sənəddə öz təsdiqini tapır. TİƏ hazırlanarkən aşağıdakı əsas məsələlər həllini tapmalıdır:

- nasos və ya kompressor stansiyalarının sayının və tikilmə yerlərinin müəyyən edilməsi;
- boruların optimal diametrinin, optimal nəql təzyiqinin və nəql edilən məhsulun maksimal həcmnin müəyyən edilməsi;
- qazvurucu və ya neft-nasos avadanlıqlarının seçilməsi;
- boru kəmərinin idarə edilməsi zamanı istehsal proseslərinin maksimum avtomatlaşdırılması və telemexanikləşdirməsini nəzərdə tutan səmərəli texnoloji sxemin təyin edilməsi;
- kapital qoyuluşların, istismar və gətirilmiş xərclərin hesablanması;
- nəql olunan məhsul vahidinə düşən xərclərin payının müəyyən edilməsi;
- boru kəmərinin rentabelliyyəsinin və xalq təsərrüfatı üçün səmərəliliyyəsinin əsaslandırılması (müəyyən edilməsi).

TİƏ baş layihə təşkilatı tərəfindən hazırlanır və zəruri hesablamalar, cədvəl və qrafik materiallar (xəritələr, sxemlər, cizgilər) əlavə edilməklə izahat vərəqi şəklində tərtib olunur.

3.1.2. Layihə tapşırığı. Layihənin sifarişçi təşkilat tərəfindən mövcud qaydada təsdiq edilmiş TİƏ əsasında hazırlanmasının həvalə edildiyi layihə təşkilatının iştirakı ilə layihə tapşırığı tərtib edilir. LT-də aşağıdakı məsələlər öz əksini tapır:

- magistral boru kəmərinin adı, onun başlanğıc və son nöqtələri və uzunluğu;
- baş layihə təşkilatının və baş podratçı təşkilatların adları;
- nəqlin növü (neft məhsulları üçün birgə və ya ardıcıl nəql);
- KS və NS-lərin xammal (xammal bazası), elektrik enerjisi, istilik təminatının əsas mənbələri;
- tullantı sularının təmizlənməsi və atılması sistemləri;
- texnoloji rabitə (kabel, radio) sistemləri;
- avtomatlaşdırılmış və məsafədən idarəetmə sistemlərinin işlənmə dərəcəsi və zəruriliyi;
- tikintinin başa çatma müddəti;
- kapital qoyuluşların həcmi;
- əsas texniki-iqtisadi göstəricilər.

3.1.3. Texniki-işçi layihə. Magistral boru kəmərləri bir və ya iki mərhələdə layihələndirilə bilər. İki mərhələli layihələndirilmədə texniki-işçi layihə və işçi cizgilər, birmərhələli layihələndirilmədə isə yalnız texniki-işçi layihə işlənir. TİL aşağıdakı hissələrdən ibarət olur:

- layihənin məzmunu və variantlarının müqayisəsinin nəticələri olan və onun əsasında qəbul edilmiş layihə həllinin (bütün məsələlərin işıqlandırılması şərtilə layihələndirilən qurğuların, boru kəmərinin texnoloji parametrləri, onun tikintisi və istismarının kompleks xarakteristikaları) əks edildiyi izahat vərəqi;
- zədələnmiş torpaqların baş planı, daşınması və bərpası (rekultivasiyası). Bu bölməyə özündə trassın ayrı-ayrı hissələrinin və böyük su maneələrindən keçidlərin sxem və cizgilərini (çertyojlar) əks etdirməklə magistral boru kəmərinin xətti hissəsi, magistral kəmərin xətti tikililəri (rabitə xətləri, boru kəmərinin elektrokimyəvi mühafizə sistemləri, trasboyu yollar və s. tikililər), magistral boru kəmərinin yerüstü tikililəri daxildir;
- məhsulun (qaz, neft, neft məhsulları) nəql texnologiyası, texnoloji avadanlıqların və istehsal proseslərinin xarakteris-

tikalarını müəyyən edən enerji resursları tələbatının və ətraf mühitin mühafizəsinin təminatı;

- magistral boru kəmərinin idarəetmə sistemləri və əməyin təşkili;

- tikinti hissəsi. Buraya – magistral boru kəmərinin xətti hissəsi, xətti və yerüstü tikililəri daxildir;

- tikintinin təşkili. Layihənin bu hissəsi iki yerə bölünür:

- a) magistral boru kəmərinin xətti hissəsi - xətti tikililəri.

Tikintinin təşkili layihəsi;

- b) yerüstü tikililər – nasos stansiyaları və kompressor stansiyaları. Tikintinin təşkili layihəsi.

- magistral boru kəmərinin layihə üzrə ötürmə məhsuldarlığı ilə istismara verilməsinə hazırlığın təşkili və normativ müddətdə istismarı;

- smeta hissəsi. Özümdə tikintinin smetası və xərclərin hesabatını birləşdirir;

- mülki-mənzil tikintisi;

- tikinti pasportu. İkimərhələli layihələndirmə zamanı həm də işçi cizgilər işlənir. Texniki-işçi layihə təsdiq edildikdən sonra layihə təşkilatı tərəfindən magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün işçi çertyojlar hazırlanaraq, sifarişçiyə təqdim edilir. İşçi cizgilər işlənərkən texniki, texnoloji və təşkilati həllərin detalları dəqiqləşdirilir. Magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin işçi çertyojları 10 kilometrlik sahələr üçün tərtib edilir. Çertyojlar üfuqi xətt üzrə 1: 10 000 və şaquli xətt üzrə 1: 1 00 miqyasla icra edilir.

3.1.4. Tikintinin təşkili layihəsi. Bu, magistral boru kəmərinin tikintisinin texniki-işçi layihəsinin əsas sərbəst hissəsi olub, tikinti-quraşdırma və ixtisaslaşdırılmış işlərin yüksək keyfiyyətlə və müəyyən edilmiş vaxtda yerinə yetirilməsini təmin etmək məqsədi güdür.

TTL üçün ilkin verilənlər aşağıdakılar hesab olunur:

- magistral boru kəməri tikintisi üçün texniki-iqtisadi əsaslandırma;
- layihə tapşırığı və texniki-işçi layihənin digər bölmələri;
- yekun smeta;
- mühəndis-axtarış məlumatları;
- tikinti rayonunun nəqliyyat sxeminin vəziyyəti barədə məlumatlar;
- razılaşdırma sənədləri;
- podratçı təşkilatların tikinti, quraşdırma xə ixtisaslaşdırılmış bölmələrinin ixtisaslaşma və texniki təchizat səviyyəsi haqqında məlumatlar.

TTL-in tərkibi aşağıdakı bölmələrdən ibarətdir:

- tikintinin təqvim planı;
- tikinti-quraşdırma və xüsusi işlərin (o cümlədən, trasın mühəndis hazırlığı və təbii və süni maneələrdən keçidlərinin tikintisi) həcmələr cədvəli;
- tikinti istehsalına hazırlıq dövründə tikinti-quraşdırma işlərinin həcmələr cədvəli;
- obyektin baş tikinti planı;
- tikinti obyektinin nəqliyyat sxemi;
- izahat vərəqi.

TTL-ə daxil olan sənədlərdən ən vacib olanı magistral boru kəmərinin bilavasitə xətti hissəsinin, iri su maneələrindən keçidlərin və KS və ya NS-lərin yerüstü obyektlərinin tikintisinin baş planları hesab edilir.

Magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin tikintisinin baş planı (xətti baş plan) - ümümləşmiş qrafik sənəd olub, TTL- in hazırlanması zamanı qəbul edilmiş bütün qərarları özündə birləşdirir:

- boru kəməri trasının qrafik əlavəsi və əsas situasiya planı (dəmir və avtomobil yolları, çaylar, körpülər, yaşayış məntəqələri, dəmir yol stansiyaları və s.);

- magistral boru kəmərinin obyektləri (xətti hissənin özü, maneələrdən keçidlər, KS və NS-lərin yerləşməsi, aralıq boru qaynaq bazaları, səhra yaşayış şəhərcikləri və s.);
- trasın baş podratçı təşkilatlara təhkim edilmiş hissələri;
- xidmət stansiyalarının planı;
- boru, izolyasiya və digər material daşımalarının planı.

3.2. Boru kəmərlərinin tikintisinin təşkil edilməsi

3.2.1. Bəzi anlayış və terminlər

“Tikintinin təşkili” anlayışının özü funksional bir sistem olub, boru kəməri tikintisinin obyektlərini (xətti hissə, kompressor və ya nasos stansiyaları, yeraltı anbarlar, QPS-lər və s.), onların tikintisi üçün lazım olan resursları (müvəqqəti, əmək, texniki, material, maliyyə və s.), həmçinin, qarşıya qoyulan nəticəni - magistral boru kəmərinin tikintisinin başa çatmasının əldə edilməsi üçün resursların qarşılıqlı əlaqələrini (ardıcılıq, istiqamət, əvəzçilik, davamiyyət, intensivlik, etibarlılıq və s.) özündə birləşdirir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün işlərin kompleks mexanikləşdirilməsi səciyyəvi xüsusiyyətdir. Tikilən boru kəmərinin bütün obyektləri iki qrupa bölünür: xətti-uzunluq və mərkəzləşdirilmiş. Xətti-uzunluq obyektləri qrupuna magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin özü, mərkəzləşdirilmiş obyektlərə isə KS, NS, YQA və s. aiddir.

Magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin tikintisi zamanı aşağıdakı işlər yerinə yetirilir: *hazırlıq, nəqliyyat, yükləmə-boşaltma, torpaq, qaynaq, izolyasiya-xəndəyə borudüzmə işləri, boru kəmərinin daxili səthinin təmizlənməsi və sınınməsi.*

XX əsrin ortalarından magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün bir sıra üsullar işlənmiş və uğurla tətbiq olunmuşdur. Keçmiş sovetlər birliyi ərazisində boru kəmərlərinin tikintisinin fərdi, konveyer və kompleks üsulları tətbiq edilirdi. Tikintinin təşkilinin fasiləsiz (axın) üsulları çox iri layihələrin vaxtında həyata keçirilməsinə imkan verir. Bu gün də bu üsullar əhəmiyyətini itirməmişdir. Fasiləsiz tikintinin həyata keçirilməsi üçün xüsusi tikinti strukturları – axınları təşkil olunur.

Fərdi üsul – adi quraşdırma və ya tikinti axınıdır. Burada işlərin bir növü (xəndəyin qazılması, boruların qaynaq edilməsi və s.) yerinə yetirilir. **İxtisaslaşdırılmış axın** – fərdi axınların toplusudur. Bu üsulda boru kəmərinin müəyyən bir hissəsi (məsələn, boru kəmərinin bir sahəsi, sualtı, dəmir yolu və ya şosse yolundan keçid və s.) hazırlanır. Tikilən magistral boru kəmərinin uzunluğu boyu ixtisaslaşdırılmış axınlar birlikdə obyektin xətti tikinti axınına əmələ gətirir. Bunun məhsulu isə ya tikintisi tam başa çatmış bir sahə, ya da bütöv magistral kəməri olur.

Kompleks tikinti axını üsulu – kompressor və ya nasos stansiyalarının boru kəmərinin xətti hissəsinin obyekt axını ilə cəmindən ibarət olub, ümumi məhsulun – magistral boru kəmərinin kompleks tikintisi ilə nəticələnir.

Magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin tikintisi üzrə bütün iş həcmlərini dörd dövrə (tsiklə) bölmək olar:

- tikinti bazasının hazırlanması;
- hazırlıq işləri;
- əsas xətti işlər;
- boru kəmərinin daxili səthinin təmizlənməsi və sınağı.

3.2.2. Magistral boru kəmərləri tikintisinin axın (kompleks) üsulu

Magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin tikintisi xətti obyekt-tikinti axınları ilə həyata keçirilir. Şək. 3.1-də işlərin yerinə yetirilməsi və zəruri maşın-mexanizmlərin yerləşmə zonaları göstərilməklə xətti obyekt-tikinti axınının ümumi sxemi təsvir edilmişdir.

Sxemdən görüldüyü kimi, xətti obyekt-tikinti axını hazırlıq, torpaq, qaynaq-quraşdırma, izolyasiya-borudüzmə və digər işləri yerinə yetirən bir neçə ixtisaslaşmış axınlardan ibarətdir. Bu axınların sayı hesablama yolu ilə müəyyən olunur. Hesablaşmanın əsasında boru kəmərinin gətirilmiş uzunluğu dayanır. Kəmər gətirilmiş uzunluğu işlərin mürəkkəblilik və ərazinin təbii iqlim şəraiti əmsallarını nəzərə almaqla hesablanır.

Axınların sayı aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilir:

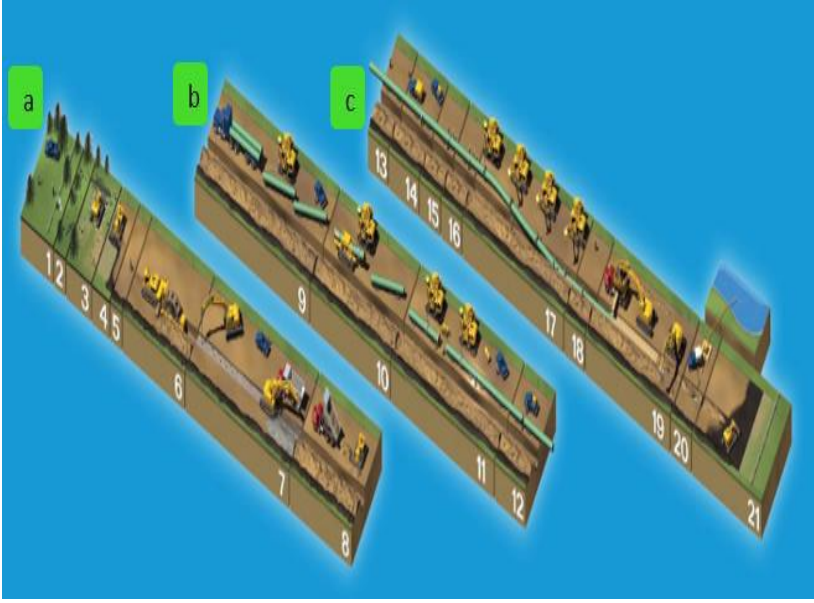
$$K = \frac{L_{gət}}{N_p P_n} K_n \quad (3.1)$$

Burada: K_n - növbəlilik əmsalı olub, $K_n = 8/t_f$ (t_f - növbənin faktiki davam etmə müddətidir); N_p - planlaşdırılan iş növbələrinin sayı; P_n - normal şəraitdə izolyasiya-borudüzmə işinin növbəlik məhsuldarlığı (diametri 1020-1420 mm olan boru kəmərləri üçün $P_n = 1,2 - 0,8$ km).

Boru kəmərinin trasının gətirilmiş uzunluğu ($L_{gət}$) aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$L_{gət} = (\sum l_i k_i) K_{keç} K_{iq} \sum l_{iz} k_{iz} - L \quad (3.2)$$

Burada: $\sum l_i k_i$ - boru kəmərinin trasının normal və spesifik xarakterli (məsələn, bataqlıq, qum, qaya və s. qruntlar) hissələrinin işlərin mürəkkəbliyini nəzərə alan müvafiq əmsallara vurulmuş uzunluqları cəmi; $\sum l_{iz} k_{iz}$ - boru kəmərinin trasının müxtəlif növlü izolyasiya örtüklü hissələrinin mühafizə



Şək. 3.1. Tikintinin axın (kompleks) üsulunun sxemi

a) hazırlıq və torpaq işləri. 1- tikintidən əvvəlki görünüş; 2- ağac və kolların kəsilməsi; 3- tikinti zolağının təmizlənməsi; 4- tikinti zolağının planlaşdırılması; 5- xəndəyin istiqamətinin təyin edilməsi; 6- xəndəyin qazılması; 7- xəndəyin dibinin qazılması; 8- xəndəyin dibinin düzləndirilməsi.

b) qaynaq-quraşdırma işləri. 9- boruların xəndəyin qaşında düzülməsi; 10- istiqamətdəyişdirici fason hissələrinin quraşdırılması; 11- mərkəzləşdirilən borularda kök qaynaq tikişinin vurulması; 12- sonrakı qaynaq tikişlərinin vurulması.

c) boru kəmərinin izolyasiya-xəndəyə düzülməsi işləri. 13- boru kəmərinin düzləndirilməsi; 14- qaynaq tikişlərinin yoxlanılması; 15- qaynaq tikişlərinin izolyasiya olunması; 16- izolyasiya örtüyünün keyfiyyətinin yoxlanılması; 17- boru kəmərinin xəndəyə endirilməsi; 18- yeraltı gizli işlərə nəzarət; 19- xəndəyin əks doldurulması; 20- boru kəmərinin möhkəmliyə və kipliyə sınağı; 21- torpağın rekultivasiyası.

örtüyünün mürəkkəbliyini nəzərə alan müvafiq əmsallara vurulmuş uzunluqları cəmi olub, polimer lentlərlə normal izolyasiya üçün–1,0, güclü izolyasiya üçün–1,1, çox güclü izolyasiyada–1,5; bitum-rezin izolyasiyada: normal izolyasiyada–1,2, güclü izolyasiya üçün–1,3 qəbul edilir; L – boru kəmərinin hesabı uzunluğu olub, aşağıdakı kimi hesablanır:

$$L = L_{üm} - \sum L_{keç} \quad (3.3)$$

Burada: $L_{üm}$ – boru kəmərinin ümumi layihə uzunluğu; $\sum L_{keç}$ – boru kəmərinin maneələrdən keçidlərinin uzunluqları cəmidir.

Müxtəlif şəraitlərdə trasın gətirilmiş uzunluğunun hesablanması zamanı k_i (k_b , k_d , və s.) işlərin mürəkkəblik əmsallarının aşağıdakı qiymətləri qəbul olunmuşdur:

k_b əmsalı (bataqlıq mürəkkəblik əmsalı) bataqlığın tipindən və trasın bataqlıq hissəsinin (boru kəmərinin hesabı uzunluğuna nəzərən %-lə) l uzunluqları cəmindən asılı olaraq qəbul edilir:

I tip bataqlıqlar üçün

$l, \%$	3-5	> 5 – 10	> 10 – 15	> 15 – 20	> 20 – 25
k_b	1,25	1,5	2,0	2,3	2,5

II tip bataqlıqlar üçün $k_b = 3,0$.

Müxtəlif mailliyə malik (α) dağ şəraitləri üçün mürəkkəblik əmsallarının (k_d) qiymətləri aşağıdakı kimi qəbul edilir:

$\alpha, dərəcə$	< 7	> 7 – 20	> 20 – 40	> 40
k_d	1	2	2,5	3

Bitki örtüyü çox zəif olan qumlu qruntlarda mürəkkəblik əmsalı $k_d = 1,2 - 1,3$ qəbul edilir.

Qaya qruntları olan şəraitdə iş mürəkkəbliyi əmsalı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$K_q = I + Q \cdot n \quad (3.4)$$

Burada: n – boru kəməri trasının qaya qruntları olan sahəsinin uzunluğunun onun hesabi uzunluğuna olan nisbəti; Q – qiyməti n –dən asılı olaraq tapılan düzəliş əmsalı olub, aşağıdakı cədvəldəki kimi qəbul edilir:

n	0,01 – 0,33	0,34 – 0,64	0,64 – 0,77	> 0,77
Q	0,8	0,66	1,34	1,6

Tras üzərində maneələrdən keçidlərin olduğu zaman işin mürəkkəbliyi K_m əmsalı ilə nəzərə alınır. K_m əmsalı boru kəmərinin trasında hər 100 km-ə düşən maneələrin n sayından asılı olaraq aşağıdakı qaydada qəbul edilir:

n	< 20	> 2 – 40	> 40 – 50	> 50
K_m	1,05	1,1	1,15	1,25

İqlim şəraitinin mürəkkəbliyini nəzərə alan K_{iq} əmsalının qiyməti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$K_{iq} = \frac{N_{pl}}{N_{pl} - N_h} \quad (3.5)$$

Burada: N_{pl} – tikinti dövründə planlaşdırılan növbələrin sayı; N_h – hava şəraitindən asılı olaraq, izolyasiya-boru düzəlməsi işlərinin görülməsi mümkün olmayan növbələrin sayıdır.

Tikintinin axını üsulunda ayrı-ayrı işlərin sinxron yerinə yetirilməsi üçün iş axınlarının sərhədləri müəyyən olunur. Bu, hər bir iş növünün maneəsiz yerinə yetirilməsi üçün şərait yaratmaq, boşdayanmaların qarşısını almaq zərurətindən doğur.

3.2.3. Seysmik ərazilərdə boru kəmərlərinin çəkilməsi

Seysmik aktivliyi 6 baldan yuxarı olan ərazilərdə yer səthində və ya yerüstü (fəzada), seysmikliyi 8 baldan yuxarı olan ərazilərdə isə yeraltı çəkilən boru kəmərlərinin xətti hissəsinin və onların atqı və qoşqu xətlərinin layihələndirilməsi zamanı seysmik təsirlər nəzərə alınmalıdır.

Boru kəmərlərinin seysmik təsirlərə dayanıqlılığı aşağıda sadalanan tədbirlərlə təmin edilir:

- trasın və tikinti meydanlarının seysmik tələblərə uyğun secilməsi ilə;
- uyğun konstruktiv həllərin və antiseysmik tədbirlərin tətbiq edilməsi ilə;
- boru kəmərlərinin möhkəmliyə və dayanıqlığa hesablanması zamanı seysmik təsirləri nəzərə alan ehtiyat möhkəmliyinin nəzərə alınması ilə.

Seysmik ərazilərdə boru kəmərinin layihələndirilməsi zamanı onun trasının yamaçlı sahələrdən, dayanıqsız və cökən qruntlardan, dağ-mədən və aktiv tektonik sınımlar qeyd edilən sahələrdən, həmçinin seysmik aktivliyi 9 baldan çox olan rayonlardan yan keçirilməsi tövsiyə olunur. Boru kəmərlərinin qeyd edilən şəraitlərdə çəkilməsi üçün xüsusi zərurət yarandığı hallarda isə layihələndirilmə işləri müvafiq texniki-iqtisadi əsaslandırılmalar və Dövlət nəzarət orqanları ilə razılaşdırılmalar əsasında həyata keçirilə bilər. Bu halda layihə sənədlərində boru kəmərinin etibarlığını təmin etmək məqsədilə əlavə tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır. Belə ərazilərdə çəkilən boru kəmərlərinin bütün qaynaq birləşmələri radioqrafik üsulla nəzarətdən keçirilməlidir.

Boru kəmərinin xətti hissəsinin onun yerüstü tikililərinin (binaların, qurğuların və avadanlıqların) divarlarına sərt birləşdirilməsinə yol verilməməli, belə birləşmələrin yerinə yetirilməsi zəruri olduqda səlissə əyri xətti əlavələr nəzərdə tutulmalı

və ya ölçüləri və kompensasiya etmə qabiliyyəti hesabla müəyyən olunan kompensasiya edici qurğular – kompensatorlar quraşdırılmalıdır. Boru kəmərinin tikililərə (kompresor binalarına, nasosxanalara və s.) girişləri ölçüləri borunun diametridən azı 200 mm böyük olan divar bosluqlardan həyata keçirilməlidir.

Boru kəmərləri fərqli seysmik xüsusiyyətlərə malik olan qrunt sahələri ilə kəsisdikdə, mütləq şəkildə boru kəmərinin sərbəst yerdəyisməsi və deformasiyasına imkan verən tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır. Belə sahələrdə çəkilən yeraltı boru kəmərləri üçün xəndəklərin az mailli yamaqlarla hazırlanması və boru kəmərinin üstünün iri-dənəvər qum, torf və s. ilə doldurulması tövsiyə olunur.

Boru kəmərinin trasının aktiv tektonik sınımlarla kəsimə sahələrində, əsasən yerustu çəkiliş üsulu tətbiq edilməlidir. Yeraltı çəkiliş zərurəti yarandıqda isə boru kəmərinin torpaq əsası möhkəmləndirilməlidir. Yerüstü çəkilişdə dayaqların konstruksiyaları zəlzələ baş verdikdə boru kəmərinə bas verə bilən yerdəyismələrə imkan yaradılmasını təmin etməlidirlər.

Yerüstü çəkilən boru kəmərlərində yaranan titrəyişlərin qarşısını almaq ucun nəql olunan məhsulun temperatur və təzyiq dəyişmələrini kompensə (boru kəmərinin yerdəyisməsi ilə) etmək üçün hər asırımda ucun dempferlərin qoyulması nəzərdə tutulmalıdır. Dempfer – verilən temperatur diapazonunda axının sürətinin və təzyiqinin avtomatik olaraq tənzimlənməsinə və boru kəmərinə baş verən arzuolunmaz döyüntülərin minimuma endirilməsinə imkan verir.

Boru kəmərinin trasının seysmik cəhətdən çox təhlükəli olan sahələrində avtomatik nəzarət sistemi və qəza hallarında bu sahələrə məhsulun nəqlinin dayandırılması (bağlanması) üçün qurğuların quraşdırılması nəzərdə tutulmalıdır.

3.3. Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin nəqliyyat sxemi

Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin uğurla başa çatdırılması üçün boru kəmərinin nəqliyyat sxemi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Boruların, materialların, avadanlıq və texnikaların obyektə gətirilmə məntəqələrinin, tikinti müddətində onların daşınma və yerdəyişmə yollarının səmərəli seçilməsi təkcə nəqliyyat xərclərinin aşağı düşməsinə deyil, həm də tikintinin davam etmə müddətinin azaldılmasına imkan verir.

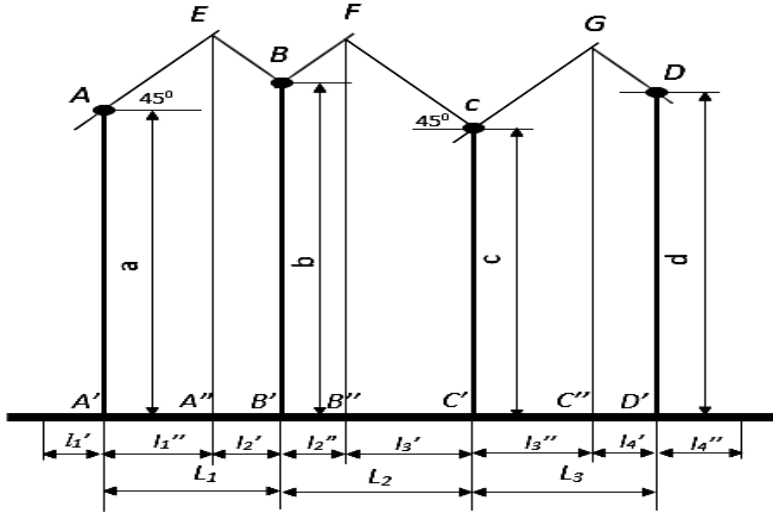
Boru kəmərləri tikintisi üçün nəqliyyat sxeminin ilkin verilənləri aşağıdakılar hesab edilir:

- yükdaşıma həcmələri;
- boru və materialların mümkün boşaldılma məntəqələri;
- aşırım bazalarının mümkün yerləşdirilmə məntəqələri.

Boru kəmərinin tikintisi üçün materialların daxil olma məntəqələri (dəmir yolu stansiyaları, tərsanələrə yaxın ərazidəki sahələr) trasın hissələrinə yaxın yerləşdirilir və yükləmə-boşaltma avadanlıqları ilə təchiz edilir.

Boru kəmərinin tikintisinin nəqliyyat sxeminin hesablanması dedikdə, trasın boru və materialların daşındığı ayrı-ayrı hissələrinin müəyyən edilməsi, daşınma məsafəsinin və nəqliyyat vasitələrinə olan tələbatın tapılması nəzərdə tutulur. Belə hesablamaların yerinə yetirilməsi üçün qrafik üsuldən istifadə edilir (şək. 3.2).

Şəkil 3.2-dən görüldüyü kimi, boru və materialların daxil olduğu A , B , C və D məntəqələrindən boru kəmərinin trasına qədər olan ən qısa yol a , b , c və d məsafələridir. A , B , C və D məntəqələrindən çıxan yolların boru kəmərinin trasını kəsdiyi nöqtələr arasındakı məsafə L_1 , L_2 və L_3 olacaqdır.



Şək. 3.2. Boru və materialların daşınma məntəqələri üzrə boru kəməri trasının hissələri üçün səmərəli sərhədlərin hesabi sxemi

a, b, c və d məsafələri naturada avtomobilin spidometri ilə ölçülə, bu mümkün olmadıqda isə 1:25 000 və ya 1:50 000 miqyaslı xəritədə tapıla bilər. Sonra sxemdə A, B, C və D məntəqələrindən çıxan yoldan boru kəmərinin trasına perpendikulyarlar üzərində (trasın miqyasına bərabər miqyasda) A', B', C' və D' nöqtələri qeyd edilir.

Xidmət sahələrinin (boru kəmərinin hissələri) səmərəli sərhədləri hər iki qonşu məntəqə üçün ayrılıqda müəyyən edilir. Kəməri trasının A'B' hissəsi üçün səmərəli xidmət sərhəddi (A'') aşağıdakı ifadə ilə təyin edilə bilər:

$$l_1'' = (L_1 + b - a)/2 \quad (3.6)$$

Anoloji yolla ardıcıl olaraq boru kəmərinin bütün trası boyu xidmət sahələrinin sərhədləri müəyyən edilə bilər.

Trasın xidmət sahələrinin səmərəli sərhədlərinin boru və material daxil olan məntəqələrə əsasən müəyyən edilməsinin

qrafik üsulu A, B, C və D nöqtələrindən üfüqə nəzərən 45^0 bucaq altında çəkilən AE və BE, BF və CF, CG və GD xətlərinin kəsişmə nöqtələrinin tapılmasına əsaslanır.

Göstərilən xətlərin kəsişmə nöqtələrinin boru kəmərinin trasına uyğun gələn üfüqi xəttə ($A'D'$) proyeksiyaları həqiqi sərhədləri (A'', B'', C'') verir.

Orta yükdaşıma məsafəsini (L_{or}) yükdaşımanın xətti momentləri cəmini (M) boru kəmərinin ümumi uzunluğuna (L) bölməklə təyin etmək olar:

$$L_{or} = \frac{M_1'' + M_1''' + M_2' + \dots + M_n'''}{L_1 + L_2 + \dots + L_n} \quad (3.7)$$

harada ki:

$$M_1' = (a + l_1'/2) \cdot l_1' \quad M_1'' = (a + l_1''/2) \cdot l_1'' \quad (3.8)$$

Tikinti təcrübəsi göstərir ki, boru-qaynaq bazaları boru və material daxil olan məntəqələrdən boru kəməri trasının giriş yerlərində, yəni A', B', C' və D' nöqtələrində yerləşdirilir. Belə hallarda materialların A, B, C və D məntəqələrindən boru-qaynaq bazalarına gətirilməsi üçün orta yükdaşıma məsafəsi ayrıca təyin edilir.

Nəqliyyat vasitələrinə olan tələbat ayrı-ayrı yük növləri üzrə və trasın hər bir hissəsi üçün aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$N = \frac{G_{üm}(L_{or}/V_y + L_{or}/V_b) + t_y + t_b}{g \cdot k \cdot T \cdot t_g} \quad (3.9)$$

Burada: N – eyni zamanda işləyən nəqliyyat vasitələrinin zəruri sayı; $G_{üm}$ – daşınan yüklərin ümumi çəkisi; g – nəqliyyat vasitəsinin yükqötürmə qabiliyyəti; L_{or} – orta yükdaşıma məsafəsi; V_y və V_b – nəqliyyat vasitəsinin uyğun olaraq yüklə və boş (yüksüz) halda orta hərəkət sürəti; t_y və t_b – yükləmə və boşaltma vaxtı; k – iş vaxtından istifadə əmsalı (qış şəraiti üçün $k=0,8$ və yay şəraiti üçün $k=0,9$ qəbul edilir); T – yüklərin daşınması üçün müəyyən olunmuş ümumi zaman; t_g – maşınların gün ərzindəki iş müddətidir.

3.4. Tikintidə layihə-axtarış işlərinin təşkilinin əsasları və onların icrasına nəzarət edilməsi

Boru kəmərlərinin tikintisi üçün layihə və mühəndis-axtarış işləri investisiya fazasına aiddir. Lakin layihə öncəsi işləri, xüsusilə mühəndis axtarışları üçün ilkin verilənlər investisiyadan əvvəlki fazada da istifadə edilir. Bu, hər şeydən öncə tikintiyə qoyulan investisiyanın əsaslandırılması və layihə sənədlərinin hazırlanması üçün lazımdır.

3.4.1. Layihə-axtarış işlərinin təşkilati-hüquqi əsasları. Mövcud qanunvericiliyə görə bina, tikili və qurğuların və ya onların hissələrinin tikintisi, rekonstruksiyası (yenidən qurulması) və əsaslı təmiri layihə-smeta sənədləri (LSS) əsasında yerinə yetirilir.

3.4.2. Layihə-smeta sənədləri - mətn və xəritə (sxem) formasında material olub, əsaslı tikinti, rekonstruksiya və ya əsaslı təmir obyektlərinin memarlıq, texnoloji-fəaliyyət, tikintinin təşkili üçün konstruktiv mühəndis-texniki məsələləri, etibarlılıq və təhlükəsizlik xarakteristikalarını müəyyən edir. LSS - investisiya layihəsinin tərkib hissəsi olub, podrat tenderləri üçün təkliflərin hazırlanması, tikintinin maliyyələşdirilməsi və material-texniki təchizatı üzrə kompleks məsələlərin həlli, həmçinin tikintinin təşkili və yerinə yetirilməsi layihələrinin işlənməsi və smetaların tərtib edilməsində mühüm rol oynayır.

3.4.3. Əsaslı tikinti obyektləri – tikintisi başa çatmayan (bitməmiş tikinti) bina, tikili və ya qurğulardır (müvəqqəti tikililər, anbarlar və s. buna bənzər tikililər istisna edilməklə).

LSS - şəhərsalma sənədləri, tikinti və texniki reqlamentlər əsasında və müvafiq memarlıq-tikinti strukturları, Dövlət nəzarət müfəttişlikləri ilə razılaşdırılaraq işlənir. LSS-nin işlənməsi, maliyyələşdirilməsi, təsdiq edilməsi və onlardan istifadə edilməsi qaydalarının müəyyən edilməsi, habelə, onlara hər hansı dəyişikliklərin edilməsi mövcud qaydalar əsasında sifarişçi təşkilatın təşəbbüsü və onun hesabına həyata keçirilir.

Vətəndaşların həyat və sağlamlığının qorunması, dövlət, bələdiyyə, fiziki və hüquqi şəxslərin əmlaklarının mühafizəsi, habelə, ətraf mühitin ekoloji təhlükəsizlik səviyyəsinin artırılması üçün mövcud qanunvericiliyə əsasən *standartlar* qəbul edilir. Bu – milli standartlar və sahə təşkilatlarının standartları kimi iki hissəyə bölünür. Standartlaşdırmanın əsas prinsipi – standartların hazırlanması zamanı maraqlı şəxslərin qanuni hüquqlarının maksimum qorunmasını nəzərə almaqla onların könnüllü tətbiqidir.

Milli standartlar səlahiyyətli orqanlar tərəfindən hazırlanır.

Təşkilatların (ictimai, elmi, təsərrüfat hesablı, hüquqi şəxslərin birlikləri, o cümlədən, kommertiya təşkilatları və s.) standartları mövcud qanunvericilik əsasında və istehsal edilən məhsulun təhlükəsizlik tələblərinə cavab vermək şərti ilə onların özləri tərəfindən müstəqil şəkildə hazırlanır və təsdiq olunur.

Tikintidə texniki rəqlamentlər - tikinti məhsulunun və onun istehsalı, istismarı proseslərinin təhlükəsizliyini təmin edən texniki tənziqlənmə obyektlərinə olan ümumi tələbləri müəyyən edir.

Texniki rəqlament aşağıda göstərilən məsələləri müəyyən edən tələbləri nəzərə almalıdırlar:

- hesabi istismar şəraitində bina və qurğuların özül və konstruksiyalarının möhkəmliyi və dayanıqlığı (etibarlılığı);
- yangın və digər qəza hallarında insanların təhlükəsizliyi, yaxınlıqdakı bina və qurğuların mühafizəsi və iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmış təlimatlar əsasında daşınmaz əmlakın vəziyyətinin sığortası nəzərə alınmaqla maddi ziyanın miqyasının azaldılması;
- zəlzələ, uçqun, torpaq sürüşməsi və s. geofiziki proseslər zamanı insanların təhlükəsizliyi və həyat əhəmiyyətli obyektlərin mühafizəsi;
- insan sağlamlığı üçün təhlükəsiz yaşayış, əmək, məişət və istirahət şəraiti;

- tikinti obyektlərinin (onların tikintisi, istismarı proseslərində) təsirinin təhlükəsiz səviyyəsi;
- istifadə edənlər üçün tikinti məhsulunun təhlükəsiz istismarı məsələləri üzrə zəruri məlumatların tərkibi və məzmunu.

Tikinti obyektlərinin normativ və layihə-smeta sənədlərinə uyğunluğunun yoxlanılması Dövlət nəzarəti şəklində və sifarişçi tərəfindən tikinti müddətində görülən işlərin dövrü olaraq qəbulu və sonda tikintisi başa çatmış obyektin istismara qəbulu formasında həyata keçirilir.

Hazırda tikinti istehsalına qoyulan tələblər aşağıda göstərilən müxtəlif səviyyəli normativ sənədlərdə şərh edilmişdir:

- Tikinti norma və qaydaları (TN və Q) - ölkə səviyyəsində;
- Ərazi tikinti normaları (ƏTİ) – ölkə subyektləri (rayonlar) səviyyəsində;
- Texniki şərtlərdə (TŞ) – tikinti istehsalı ilə məşğul olan sahə müəssisə və təşkilatları səviyyəsində.

Müxtəlif texniki rəqlamentlər obyektlərin mühəndis-axtarış, layihələndirmə, tikinti, istismar və ləğv etmə, həmçinin tikinti materialları və məmulatlarının istehsalı zamanı tətbiq edilmək məqsədilə hazırlanır.

TN və Q-nin məzmunu tikintidə texniki rəqlament-ləşdirmə obyektlərinə qoyulan təhlükəsizlik tələbləri, Dövlət normativləri, həmçinin tikinti istehsalının istehlakçının tələblərinə əsaslanan istismar xarakteristikalarından ibarətdir. Bina və qurğulara, onların hissələri, istifadə edilən tikinti materialları və məmulatları üçün istismar xarakteristikalarına göstərilən tələblər onların konstruktiv quruluşundan və istifadə texnologiyalarından asılı olmayaraq müəyyən edilir.

ƏTİ – ölkə subyektlərinin icra strukturları tərəfindən təsdiq olunur və həmin subyektin ərazisində qüvvədə olur. ƏTİ-də ölkənin normativ sənədləri çərçivəsində subyektin təbii-iqlim, sosial-demoqrafik və s. xüsusiyyətlərini nəzərə alan təşkilati, sosial-iqtisadi və zəruri texniki tələblər, habelə şəhərsalma normativləri müəyyən olunur.

TŞ – bina, qurğu, material və konstruksiyalara qoyulan tələbləri müəyyən edir. Onlar sifarişçinin qərarı ilə tikinti üçün hazırlanır. Tikinti materialları və məmulatlarına olan tələblər həmin məhsulun istehsalçısının (malgöndərən) qərarı əsasında hazırlanır.

Tərəflər (sifarişçi və podratçı) arasında hüquqi və maliyyə münasibətlərini, qarşılıqlı öhdəliklər və məsuliyyət məsələlərini tənzimləyən əsas sənəd – **müqavilə (kontrakt)** hesab edilir. Müqavilə sifarişçi tərəfindən keçirilən müsabiqədə (tender) qalib gələn tərəf – layihə (layihə-smeta sənədlərinin işlənməsi üçün), tikinti və ya podratçı (baş podratçı), digər hüquqi və fiziki şəxslərlə sifarişçi təşkilat arasında bağlanır. **Layihə tapşırığı** – müqavilənin ayrılmaz tərkib hissəsidir.

3.5. Tikinti-investisiya prosesinin əsas mərhələləri

3.5.1. I mərhələ

Layihədən qabaqkı mərhələ:

- biznes-plan;
- məqsəd barədə bəyannamə (normativ sənədlər bazası əsasında bina və qurğuların tikintisi üçün hazırlanan layihə-smeta sənədlərinin tərkibi, təsdiq edilməsi və razılaşdırılması);
- investisiyanın əsaslandırılması (mövcud normativ sənədlərə, TN və Q-yə əsasən bina və qurğuların tikintisi üçün investisiyaların işlənməsi, razılaşdırılması, təsdiq edilməsi və tərkibinin hazırlanması).

Layihə mərhələsi:

- icazə sənədlərinin tərtibi;
- mühəndis-tikinti axtarışı (mövcud TN və Q əsasında tikinti üçün mühəndis-axtarış işlərinin aparılması);
- layihə işləri (bina və qurğuların tikintisi üçün hazırlanan layihə-smeta sənədlərinin tərkibi, təsdiq edilməsi və razı-

laşdırılması qaydaları haqqında təlimata və Dövlət standartlarına əsasən tikinti üçün layihə sənədləri sisteminin – layihə və işçi sənədlərin işlənməsi);

- mühəndis-texniki tədbirlər – mülki müdafiə və fəvqəladə hallar (normativ sənədlər əsasında tikinti layihələrinin “Fəvqəladə halların məhdudlaşdırılması üçün mühəndis-texniki tədbirlər” bölməsinin tərkibi və məzmununun işlənməsi);
- layihənin ekspertizası və razılaşdırılması.

3.5.2. II mərhələ

Layihələrin müşayiəti mərhələsi:

- müəllif nəzarəti (layihəyə müəllifi - LBM (layihənin baş mühəndisi) tərəfindən vaxtaşırı nəzarət nəzərdə tutulur);

İki mərhələli layihələndirmə:

- TİƏ – texniki-iqtisadi əsaslandırma – ekspertiza edilir və razılaşdırılır;
- İS – işçi sənədlər (çertyojlar və ya cizgilər) – sifarişçi tərəfindən ekspertiza edilmədən podratçıya göndərilir;
- İL – işçi layihə (təsdiq edilən işçi sənədlər).

3.6. Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin davam etmə müddəti

Magistral boru kəmərlərinin xətti hissəsinin tikintisinin davam etmə müddəti müvafiq tikinti norma və qaydaları ilə müəyyən edilir və layihə sənədlərinin işlənməsi zamanı nəzərə alınır. Adətən, tikintinin davam etmə vaxtının normaları trasboyu işlərin başlanma tarixindən tikintisi başa çatmış obyektin təhvil-təslim aktının tərtib olunması tarixinədək olan müddəti əhatə edir (cədvəl 3.1).

Magistral boru kəmərlərinin tikinti müddətinin normaları (ay)

Boru kəmərinin diametri, mm	Boru kəmərinin uzunluğu, km				
	100	200	360	500	1000
500	7 (1)	9 (1)	10 (1)	15 (2)	22 (2)
800	8 (1)	10 (1)	11 (1)	16 (2)	24 (3)
1000	9 (1)	11 (1)	12 (1)	18 (2)	28 (3)
1200	10 (1.5)	13 (2)	15 (2)	20 (3)	30 (4)

QEYD. Mötərizələrdəki rəqəmlər hazırlıq dövrünün müddətini göstərir.

IV FƏSİL

BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİLMƏSİ ÜÇÜN HAZIRLIQ İŞLƏRİ

4.1. Tikinti zolağı və onun parametrləri

Bu bölmədə magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı əsas texnoloji proseslərdən biri olan tikintiyə hazırlıq işlərindən bəhs edilir.

Hazırlıq işləri - tikintinin ilk mərhələsi hesab olunur. Hazırlıq işlərinin əsas məqsədi tikinti-quraşdırma işlərinin yerinə yetirilməsi üçün tikintinin aparılacağı sahənin, yəni tikinti zolağının hazırlanmasıdır.

Tikinti zolağı - deyərkən boru kəmərinin trası boyu kəmərin tikintisi üzrə nəzərdə tutulan bütün işlərin yerinə yetirildiyi torpaq sahəsinin ərazisi nəzərdə tutulur. Onun tərkibinə boru kəmərinin xətti hissəsinin düzülməsi, tikinti-quraşdırma işlərinin yerinə yetirilməsi üçün nəzərdə tutulan sahələr, maşınların və tikinti texnikasının keçidi üçün tikilən yollar, bağlayıcı armaturların yerləşdirilməsi, suatıcı və digər tikililərin inşası üçün sahələr daxildir.

Tikinti zolağının eni boru kəmərinin diametrindən, torpağın məhsuldarlıq dərəcəsi və çəkilən boru xətlərinin sayından asılıdır (cədvəl 4.1).

Qaynaq bazalarının və inşaatçılar üçün şəhərciklərin salınması məqsədilə ayrıca torpaq sahəsi ayrılır. İki və daha çox paralel magistral boru kəmərinin tikintisi dövründə müvəqqəti tikililərə ayrılan torpaq sahəsinin eni - bir boru kəməri üçün ayrılan zolağın eninə kənaradakı boruların oxları arasındakı məsafəni əlavə etməklə alınan qiymətə bərabər qəbul edilir. Cədvəl

4.2-də yanaşı boru kəmərlərinin oxları arasındakı məsafə üçün qəbul edilmiş qiymətlər verilmişdir.

Cədvəl 4.1

Tikinti zolağının (ayrılmış torpağın) eni, m

Boru kəmərinin diametri, mm	Kənd təsərrüfatı təyinatlı torpaqlarda (rekultivasiya edilməklə)	Rekultivasiya edilməyən torpaqlarda
<426	28	20
530 -720	33	23
820 -1020	39	28
1220	42	30
1420	45	32

Cədvəl 4.2

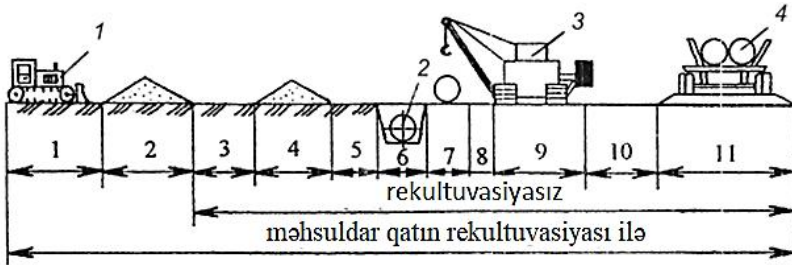
Yanaşı boru kəmərlərinin oxları arasındakı məsafə, m

Boru kəmərinin diametri, mm	Qaz kəmərləri	Neft və neft məhsulları kəmərləri
<426	8	5
426 -720	9	6
720-1020	11	6
1020 - 1220	13	6
1220-1420	15	7

Kənd təsərrüfat üçün yararlı torpaqlarda işlər rekultivasiya edilməklə, yəni, hazırlıq işlərindən qabaq torpağın məhsuldar qatının götürülərək tikinti zolağının müvafiq zonasında yerləşdirilməsi ilə yerinə yetirilir. Boru kəməri üçün qazılan xəndək tikinti-quraşdırma işlərindən sonra əks doldurulur və torpağın məhsuldar qatı bərpa edilir. Ona görə də belə hallarda tikinti zolağının eni daha böyük olur.

Tikinti obyektlərinin yerləşdiyi torpaq sahəsi və tikinti zolağı tikinti təşkilatlarına inşaat işləri aparılan dövr üçün müvəqqəti

istifadəyə verilir. Şək. 4.1-də tikinti zolağı və onun üzərində maşınların və torpaq qurğuların yerləşmə sxemi göstərilmişdir.



Şək. 4.1. Tikinti zolağının və onun üzərində inşaat maşınlarının yerləşdirilmə sxemi

1- buldozer; 2- boru kəməri; 3- borudüzən;
4- boru daşıyan maşın.

Ayrılmış tikinti zolağı, uzunluğu TN və Q ilə reqlamentləşdirilən ayrı-ayrı zonalara bölünür (cədvəl 4.3): 1 və 2– məhsuldar torpağın yerləşdirilməsi və rekultivasiyanı yerinə yetirən maşınlar üçün olan zona; 3 və 4– xəndəyə qoyulmuş boru kəmərinin əks doldurması üçün qruntun və maşınların yerləşdirilməsi zonası; 5 və 6– xəndəyin və torpaqqazan texnikanın yerləşdirilməsi zonası; 7, 8 və 9– xəndəyin qasında boru kəmərinin və izolyasiya-borudüzmə kolonunun yerləşdiyi zona; 10 və 11– nəqliyyat vasitələrinin iş zonası.

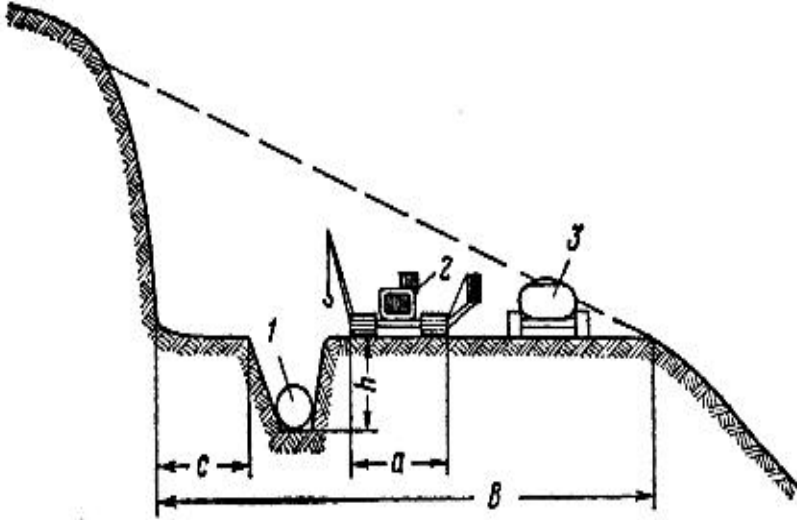
Çətin keçilən ərazilərdə (bataqlıq, tundra, səhra, dağ şəraitləri və s.) magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı tikintiyə ayrılan torpaq sahəsinin (tikinti zolağı) eni layihə ilə müəyyən edilir. Dağ şəraitində bu zolaq yarı oyulmuş (qazılmış) və ya yarı tökmədəki rəfə bənzəyir. Onun üzərində tikinti-quraşdırma texnikası yerləşdirilir (şək. 4.2).

Rəfin minimal eni B aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$B=(c+0,5)+(2\cdot h\cdot n+d)+(a+0,7) \quad (4.1)$$

Tikinti zolağının ölçüləri, m

Boru kəmərinin diametri, mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
426	4,5	3,5	4,5	2,1	1	1,4	1,5	0,5	5,5	1	2,5
520-720	5,2	4,8	5,2	2,5	1	1,9	1,7	0,5	6,2	1	3
820-1020	6,2	4,8	6,2	4,5	1	3,6	2	0,5	6,2	1	3
1220	6,6	5,4	6,6	5,1	1	4,1	2,2	0,5	6,2	1	3,3
1420	6,6	6,4	6,6	6,3	1	4,7	2,4	0,5	6,2	1	3,3



Şək. 4.2. Dağ şəraitində boru kəmərinin tikintisi zamanı tikinti zolağının (rəfinin) parametrləri və onun üzərində tikinti texnikasının yerləşdirilməsi
1-boru kəməri; 2-borudüzən; 3-nəqliyyat vasitəsi.

Burada: *c*- xəndəkdən çıxarılan qruntun yerləşdirildiyi qasın eni; *h*- xəndəyin dərinliyi; *n*- divarın mailliyi, *d*- xəndəyin dibdə eni; *a*- borudüzənin tırtıllarının hərəkətdə enidir.

Dik yamaclarda boru seksiyalarının quraşdırma yerinə daşınması üçün hər 200–300 m-dən bir uzunluğu 15 m-dən az olmayan və şərti eni 12–14 m olan maşın keçidləri qurulur.

4.2. Hazırlıq işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı görülən bütün hazırlıq işləri iki mərhələyə bölünür: hazırlıqdan qabaqkı dövrdə görülən (hazırlıqöncəsi) işlər və hazırlıq işləri.

Birinci mərhələdə boru kəmərinin tikintisinin keyfiyyətlə və müəyyən olunmuş vaxtda başa çatdırılması üçün tikinti prosesinin hazırlıq işlərinə qədərki tədbir və işlər yerinə yetirilir. Hazırlıqöncəsi dövrün tədbir və işlərinə: ümumi texniki-təşkilati hazırlıq (layihə smeta sənədlərinin hazırlanması) və tikintiyə torpaq sahəsinin ayrılması (boru kəmərinin xətti hissəsinin tikintisi üçün tikinti zolağının və yerüstü obyektlər üçün meydançalar) daxildir.

Tikinti-quraşdırma işlərinə hazırlıq – sifarişçidən alınmış tikinti işlərinin yerinə yetirilməsi layihəsinin (tikinti istehsalı layihəsi – TİL) hazırlanması, magistral boru kəmərinin trasının və yerüstü tikililərinin yerə (naturaya) geodezik köçürülməsini nəzərdə tutur. Bu mərhələdə tikinti meydançasından kənardakı nəqliyyat yollarının (daimi və müvəqqəti yollar, müvəqqəti çay və dəniz bərələri və s.), müvəqqəti və ya daimi mühəndis şəbəkələrinin (transformator stansiyaları ilə birlikdə elektrik verilişi xətlərinin, su təchizatı və kanalizasiya sisteminin, inşaatçılar üçün şəhərciyin və s.) tikintisi həyata keçirilir.

Hazırlıq öncəsi mərhələ bitdikdən sonra boru kəmərinin trasında əsas hazırlıq işlərinin görülməsinə start verilir. İlk ön-

cə tikinti təşkilatı sifarişçidən (magistral boru kəmərinin istismarçı təşkilatından) tikinti-quraşdırma işlərinin aparılması üçün müvəqqəti istifadəyə ayrılmış ərazinin parametrlərini (geodezik nöqtələrini) və trasın geodezik qeydiyyat düzülüşünü (geodezik kəsiliş) qəbul edir. Layihəyə uyğun olaraq işarələr – reperlər vasitəsilə tikiləcək boru kəmərinin trası yerdə işarələnilir (qeyd edilir).

Trasın tikinti-quraşdırma işlərinin aparılmasına hazırlıq işləri – **mühəndis hazırlığı** adlanır. Mühəndis hazırlığının xarakteri və həcmələri aşağıdakı səbəblərdən asılıdır: yerin relyefindən, dağlıq, meşə, yarıq, bataqlıq sahələrin mövcudluğundan və s. Trasın mühəndis hazırlığı magistral kəmərin tikilməsi üçün boru və s. materialların, tikinti maşın və texnikalarının tras boyu gətirilməsi və ya aparılmasına lazımı şərait yaradılmasına və işlərin görülməsinə imkan verməlidir.

Əsas hazırlıq işlərinə aşağıdakılar aiddir: tikinti zolağının meşə və kolluqdan təmizlənməsi, ağac köklərinin çıxarılması, məhsuldar torpaq təbəqəsinin qaşınaraq saxlanılması məqsədilə hazırlanmış xüsusi yerə daşınması, tikinti meydançasının planlaşdırılması (hamarlanması), dik yamaclarda rəflərin hazırlanması, tikinti zolağının qurudulması, trasboyu yolların salınması və s.

Trasın meşə və kolluqların mövcud olmadığı və kənd təsərrüfatına yarasız hamar sahələrində yalnız relyefin planlaşdırılması, iri çalaların torpaqla doldurulması, kiçik çay və kanalların üzərindən nəqliyyat keçidlərinin hazırlanması işləri görülür.

Trasın kənd təsərrüfatı torpaqlarından keçdiyi hallarda hazırlıq mərhələsində tikinti zolağı daxilində buldozərlərlə məhsuldar qat kəsilərək (15-20 sm qalınlığında) müvəqqəti saxlanma sahəsinə daşınır. Tikinti işləri bitdikdən sonra məhsuldar qat bərpa olunur, yəni rekultivasiya edilir. Trasın mühəndis hazırlığı dövründə hamar yerlərdə yerinə yetirilən işlərin həcmi və əmək tutumu meşə, dağ və bataqlıq ərazilərə nisbətən xeyli az olur.

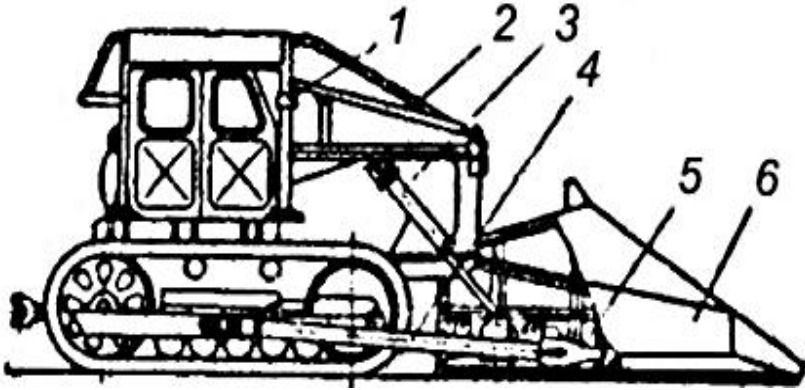
Trasın kollardan təmizlənməsi müxtəlif markalı buldozərlər və xüsusi maşınlar (kolkəsən maşınlar) vasitəsilə yerinə yetirilir (şək. 4.3). Kolkəsənlərin təyinatı kolluqları və kiçik meşəlikləri yer səthi səviyyəsində kəsmək və ya böyük uzunluqlu tikinti zolağının torpaq qatının kəsilməsindən ibarətdir. Bu maşınlar trasın təmizlənməsi prosesində əmək məhsuldarlığının qat-qat artmasına, tikinti müddətinin azalmasına və əl işlərinin aradan qalxmasına imkan verir.



Şək. 4.3. Boru kəmərinin trasının meşədən təmizlənməsi üçün texnika

Qeyd edildiyi kimi, magistral boru kəmərinin trası meşə massivlərindən keçərsə tikinti zolağı daxilində ağacların kəsilməsi və doğranması lazım gəlir. Bu işlər meşə sənayesində tətbiq edilən maşın və mexanizmlərin köməyi ilə həyata keçirilir və meşə və kolluqların təmizlənməsi prosesinin mexanikləşdirilməsi və sürətləndirilməsinə tam imkan verir. Seyrək meşə sahələrindən ağacların kəsilməsi benzinlə işləyən əl mişarları ilə aparılır. Son zamanlar boru kəmərlərinin tikilməsində trasın təmizlənməsi üçün meşəqırın maşınlar da geniş tətbiq olunur (şək. 4.4). Meşədə təmizlənmiş zolaqdan 2 km aralıda meydana

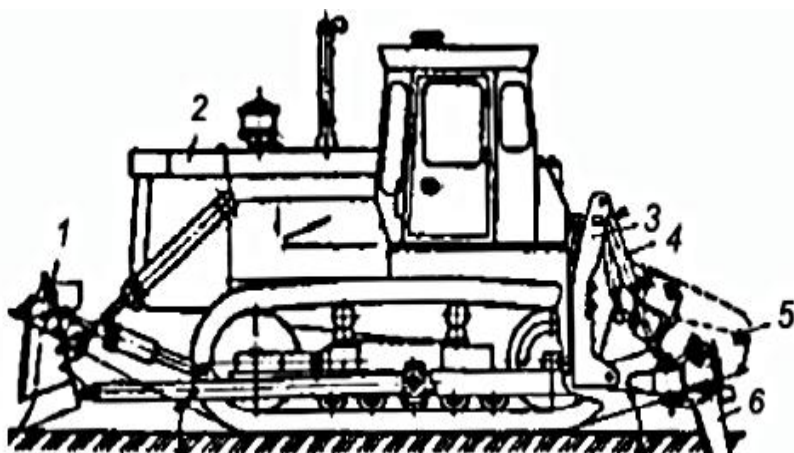
çalar hazırlanaraq, traktorlarla kəsilmiş ağaclar (odunlar) oraya daşınır. Orada ağaclar çeşidlənərək ştabellərə vurulur. Tikinti zolağındakı 50 sm-dən böyük diametrli ağac kötöklərinin çıxarılması, yıxılan ağac və budaqların, həmçinin daşların təmizlənməsi də xüsusi texnikalar vasitəsilə həyata keçirilir.



Şək. 4.4. Boru kəmərinin trasının kolluqdan təmizlənməsi üçün texnika

- 1- baza maşını; 2- traktorun mühafizə örtüyü; 3- işçi orqanın qaldırılması üçün hidrosilindr; 4- universal itələyici gövdə; 5- kürəvi şarnir; 6- işçi orqan.

Çox sıx, möhkəm və donmuş qruntlarda qazma işləri aparmaq üçün əvvəlcə xüsusi yumşaldıcı (boşaldıcı, dağıdıcı) texnikalarla torpağın strukturu yüngülləşdirilir. Qrunta təsir üsullarına görə yumşaltma maşınları təbəqəli yırtma və donmuş torpaqların həcmli dağıdılması maşınlar kimi iki yerə ayrılır. Donmuş qruntlarda təbəqəli yırtma üçün statik və dinamik təsirli asma dağıdıcıları və ya torpaqqazan frezer maşınlarından istifadə edilir. Bu texnikalar donma dərinliyinin 1m və temperaturun -15°C olduğu hallarda yaxşı nəticə verirlər (şək.4.5).



Şək. 4.5. Yumşaldıcı torpaqqazan

1- buldozer çalovu; 2- baza traktoru; 3- dirək;
4- hidrosilindr; 5- flüqer (qanad); 6- kəsici diş.

Magistral boru kəmərinin dağ şəraitində çəkilən hissələri üçün trasın hazırlanması iri qayaların kəsilməsi və tikinti texnikalarının keçidləri üçün rəflərin hazırlanması səciyyəvidir. Bu zaman tras boyu asılmış iri daşlar təmizlənir və uçqun və sürüşmələrə qarşı tədbirlər həyata keçirilir.

Magistral boru kəmərinin bataqlıqlaşmış ərazidən və ya çox sulaşmış torpaqlardan keçən hissələrində tikinti zolağının hazırlanması, əsasən maşın və mexanizmlərin keçidi və tikinti-quraşdırma işlərinin aparılması üçün trasboyu yolların salınması və ayrılmış sahənin qurudulması tədbirlərindən ibarətdir.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, hazırlıq işləri mərhələsində boruların, boru seksiyalarının və digər materialların, həmçinin tikinti maşın və texnikasının boru trasına daşınması üçün yollar tikilir. Bu ondan irəli gəlir ki, magistral boru kəmərlərinin trası, bir qayda olaraq, avtomobil və dəmir yollarından aralı keçir.

Salınan müvəqqəti yollar üç qrupa bölünür: trasboyu, keçid və texnoloji yollar.

Trasboyu yollar - tikinti zolağının daxilində tikilir. Lakin zərurət yarandıqda onlar trasa keçidlər vermək şərti ilə trasın xaricində də tikilə bilirlər.

Keçid yolları – dəmir və ya su yolu ilə gətirilən materialların və tikinti texnikalarının trasboyu yola daşınması məqsədini güdür.

Texnoloji yollar – magistral boru kəmərinin xətti hissəsinin tikintisində işləyən maşın və texnikanın mexanikləşdirilmiş kolon şəklində hərəkətini təmin etmək məqsədilə tikilir.

Trasboyu və keçid yollarının eni 4,5–9 m arasında dəyişə bilər. Bu yolların planda minimal dönmə radiusu uzun ölçülü yüklər üçün (uzunluğu 36 m-dək olan boru seksiyaları) 120 m təşkil edir.

Sahənin xarakterindən (normal torpaq örtüklü, dağ sahələri, bataqlıqlar və s.) asılı olaraq magistral boru kəmərlərinin sahələri üçün yollar da müxtəlif olur. Bataqlıqlarda suyun çoxluğu, torfun və torflaşmış qruntun yükəgötürmə qabiliyyətinin az olması torpaq yolların salınması zamanı yığılıb-sökülən taxta şitlərdən və ya çınqıldan (qruntlu-çınqıllı) istifadə edilməsi zərurətini yaradır.

Hazırlıq işləri başa çatdıqdan sonra tikinti zolağı magistral boru kəmərinin tikilməsi üzrə əsas tikinti-quraşdırma işləri üçün hazır olur.

V FƏSİL

BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİNTİSİ ZAMANI YÜKLƏMƏ-BOŞALTMA VƏ NƏQLİYYAT İŞLƏRİ

Magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı böyük həcmdə yükləmə-boşaltma və nəqliyyat işləri yerinə yetirilir. Kəmərlərin tikintisinin həm səmərəliliyi, həm də nəzərdə tutulan vaxtda başa çatdırılması daha çox bu işlərin düzgün təşkilindən asılıdır.

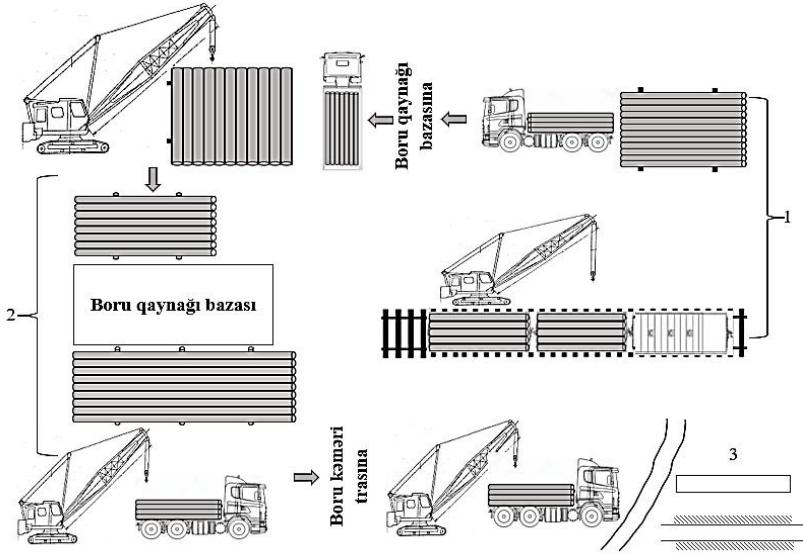
Yükləmə-boşaltma və nəqliyyat işlərinin böyük hissəsi boruların payına düşür. Məsələn, diametri 1420 mm, uzunluğu 100 km olan magistral boru kəmərinin tikilməsi üçün kəmər trasına divarının qalınlığından asılı olaraq (16-20 mm) təkcə 55800-dən 87800 tona qədər boru daşınması tələb olunur. Boru və pletlərin (bir xətdə qaynaq olunmuş 2-3 boru) daşınma xərclərinin xüsusi çəkisi ümumi tikinti-quraşdırma işlərinin dəyərinin 12-13%-ni təşkil edir.

Boru və digər yüklər dəmir və ya su yolu ilə boru kəmərinin tikinti sahəsinə mümkün qədər yaxın stansiyalara və ya xüsusi təyinatlı bərələrə daşınır. Yükləmə işlərini təşkil etmək üçün qabaqcadan üzərində boru və materialların daşınmasının ən səmərəli yolları göstərilən nəqliyyat sxemi işlənir.

Magistral boru kəmərlərinin tikilməsi təcrübəsində daha geniş yayılan boruların üçpilləli daşınma üsuludur: boşaltma stansiyası – boru-qaynaq bazası – magistral boru kəmərinin trasi (şək. 5.1).

Sxemin mahiyyəti ayrı-ayrı boruların yükləmə boşaltma stansiyasından birbaşa trasa deyil, qaynaq-quraşdırma işlərinin həyata keçirilməsi üçün boru-qaynaq bazasına gətirilməsi ilə bağlıdır. Boru-qaynaq bazalarında 3 ədəd boru flyüs altında avtoma-

tik qaynaq vasitəsilə uzunluğu 36 m olan bir seksiyada (plet) birləşdirilərək trasa daşınır və orada elektrik qövs və ya digər qaynaq növləri ilə kəsilməz (bütöv) bir xətdə birləşdirilirlər.



Şək. 5.1. Yükləmə-boşaltma və nəqliyyat işlərinin sxemi

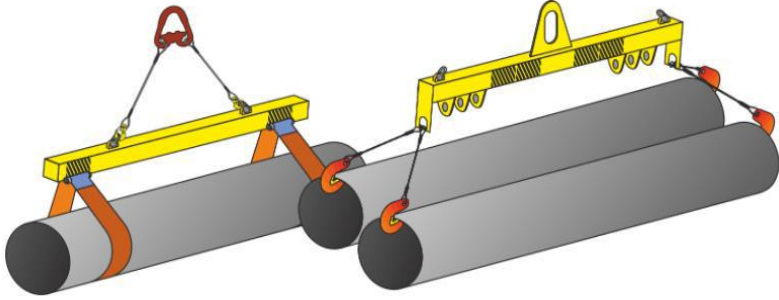
1- boruların boşaldılma məntəqəsi; 2- boru-qaynaq bazası; 3- boru kəmərinin trası.

İstehsalçı zavoddan borular yük vaqonları vasitəsilə dəmir yolu stansiyalarına daşınır. Boruların vaqonlardan boşaldılması boruların ağırlığını nəzərə almaqla müxtəlif yükçötürmə qabiliyyətli (əsasən 16 t-dan az olmayan) avtomobil kranları ilə yerinə yetirilir (məsələn, diametri 1420 mm, divarının qalınlığı 25 mm, uzunluğu 12 m olan borunun kütləsi 10, 45 tondur).

Boruların vaqondan boşaldılaraq birbaşa nəqliyyat vasitəsinə - boru daşıyan maşınlarə yükənməsi daha səmərəli yoldur. Çünki stansiyada boruların boşaldılaraq saxlanması və sonradan maşınlarə yükənməsinə əlavə vaxt sərf olunur. Lakin bu-

nun üçün boru daşıyan maşınların sayı kifayət etmir. Ona görə də əksər hallarda vaqondan boşaldılan borular dəmir yolu stansiyasının yaxınlığında ştobelə vurularaq müvəqqəti saxlanılır.

Bəzi hallarda boruların əyilməməsi məqsədilə boruların boşaldılması zamanı kənarlarında kanatlar asılan tirsəkli traverslərdən də istifadə edilir (şək.5.2).

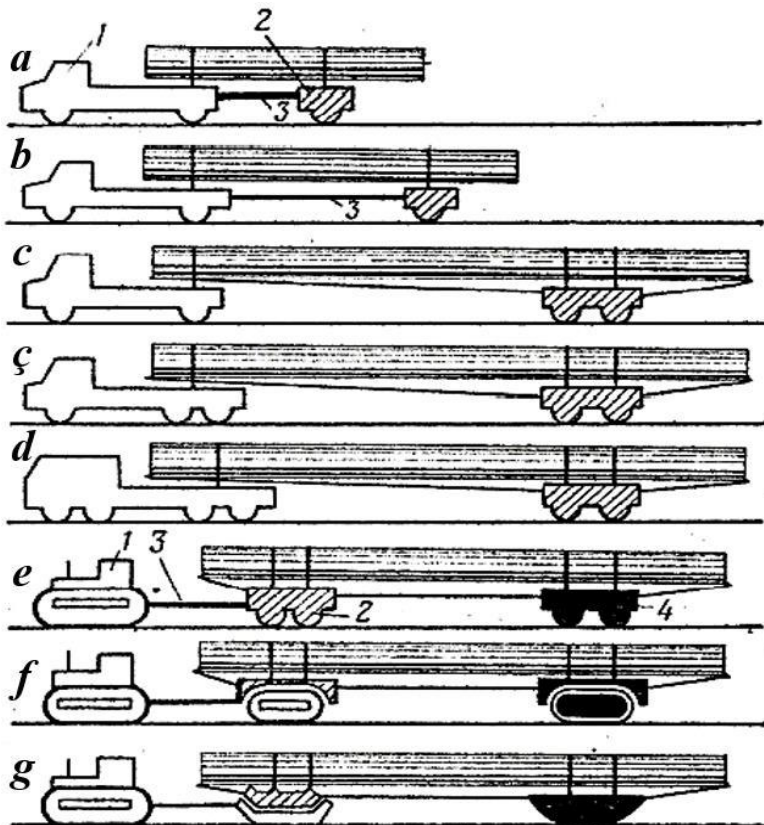


Şək. 5.2. Boruların yükləmə-boşaltma əməliyyatlarında tətbiq edilən traverslər

Boruların təhlükəsiz saxlanması (onların ştabeldən dağılması ağır nəticələrə yol açabilir) üçün diametrindən asılı olaraq onların cərgələrdə sayı aşağıdakı kimi olmalıdır:

- diametri 530 mm olduqda – 6 ədəd;
- 720 mm olduqda – 4 ədəd;
- 1020 mm olduqda – 3 ədəd;
- 1420 mm olduqda – 2 ədəd.

Yük boşaltma stansiyasından boruların boru qaynaq bazasına, boru qaynaq bazasından 36 m uzunluqlu boru seksiyalarının tikilməkdə olan magistral boru kəmərinin trasına daşınması xüsusi nəqliyyat vasitələri olan boru və ya plet daşıyanlarla (avtomobil və ya traktor dartqılı) həyata keçirilir (şək. 5.3).



Şək. 5.3. Boru və plet daşıyan nəqliyyat vasitələrinin sxemləri

1- dartqı; 2, 4- qoşqu; 3- yedək.

Borudaşıyan (şək. 5.3, a, b) avtomobil dartaqısı (1) və qoşqudan (2) ibarətdir və uzunluğu 5,5 – 6 və ya 11,5 – 12 m olan boruların daşınması üçün nəzərdə tutulur. Borudaşıyanda dartaqı gücü dartaqıdan qoşquya əsasən yedək, qismən də borular vasitəsilə ötürülür. 24-48 m uzunluqda pletləri daşımaq üçün nəzərdə tutulan avtomobil plet daşıyanlar (şək. 5.3, c, ç, d) gücün ötürülmə sxeminə görə boru daşıyanlardan fərqlənir. Plet daşı-

yan avtomobil yüksək keçid qabiliyyətli avtomobildən və iki-oxlu qoşqudan ibarətdir. Traktor plet daşıyanlar (şək. 5.3, e, f, g) tırtıllı və ya təkərli traktordan və iki qoşqudan (2 və 4) ibarətdir. Burada traktor sərt yedəklə (3) öndəki qoşqu ilə birləşir. Ön qoşqudan (2) arxadakı qoşquya (4) güc avto pletdaşıyanda olduğu kimi pletlər vasitəsilə ötürülür. Tək-tək borularla müqayisədə uzun və ağır boru pletlərinin yüklənib-boşaldılması daha çətinidir. Bu halda yükötürmə qabiliyyəti 50 tondan çox olan və ya iki yanaşı işləyən kranlardan istifadə olunur. Zavod şəraitində izolyasiya olunmuş boruların yüklənib-boşaldılması və daşınması zamanı onların mühafizə örtüyünün toxunulmazlığını təmin edən tədbirlər nəzərdə tutulur. Bu məqsədlə borudüzənlər sərt olmayan (yumşaq) kanatlarla təchiz olunmalıdır. Nəqliyyat işlərinin planlaşdırılması zamanı əsas məsələlərdən biri nəqliyyat vasitələrinin sayının təyin edilməsidir.

Yük daşımının həcmi aşağıdakı ifadə ilə tapıla bilər:

$$Q = G_{\text{üm}} \cdot L_{o.y.} \quad (5.1)$$

Burada: $G_{\text{üm}}$ - daşımın yüklərin ümumi çəkisi; $L_{o.y.}$ - orta yükdaşıma məsafəsidir.

Nəqliyyat vahidinin orta gündəlik məhsuldarlığını aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$g_{or} = g \cdot L_{o.y.} / t_g \quad (5.2)$$

Tikinti müddətində tələb olunan nəqliyyat vasitələrinin (boru və plet daşıyan) gündəlik sayını aşağıdakı ifadə ilə tapmaq mümkündür:

$$N = \frac{K_{q.b.} \cdot Q}{g_{or}} \quad (5.3)$$

Burada: g -nəqliyyat vasitəsinin yükötürmə qabiliyyəti; t_g -maşının sutkalıq iş müddəti; $K_{q.b.}$ - nəqliyyatın qeyri-bərabərlik əmsəlidir: $K_{q.b.} = 1,05 - 1,2$.

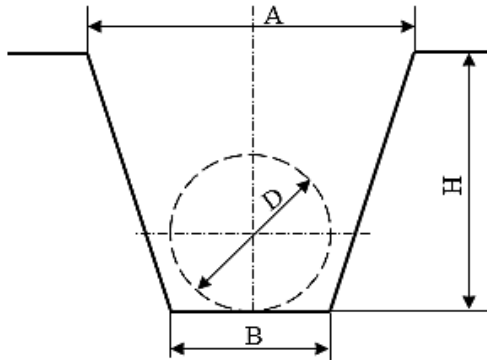
VI FƏSİL

BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİNTİSİNDƏ TORPAQ İŞLƏRİ

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi böyük həcmdə torpaq işlərinin yerinə yetirilməsi və torpaq tikililərin inşası ilə müşayiət olunur. Çəkiliş sxemindən və tikilmə şəraitindən asılı olaraq müxtəlif torpaq tikililəri tətbiq edilir: xəndəklər, rəflər, yarımqazma və yarımtökmələr, tökmələr, kanallar və s.

6.1. Torpaq tikililərin parametrləri

Xəndək - boru çəkilişində əsas torpaq tikili hesab edilir. Xəndəyin parametrləri – onun üstdə və dibdə eni, dərinliyi, divarlarının mailliyidir. Bu parametrlər düzülən boru kəmərinin diametrindən, yerin relyefindən və qrunzun xarakteristikalarından asılıdır (şək. 6.1).



Şək. 6.1. Boru kəməri üçün xəndəyin parametrləri

A- xəndəyin üstdə eni; B- xəndəyin dibdə eni;

D-boru kəmərinin diametri; H- xəndəyin dərinliyi.

Tikinti Norma və Qaydalarına görə xəndəyin dibdə eni aşağıdakı kimi təyin edilir:

əgər $D < 700 \text{ mm}$ olarsa, $B = D + 300 \text{ mm}$;

əgər $D > 700 \text{ mm}$ olarsa, $B = 1,5D$.

Burada: D – boru kəmərinin şərti diametridir.

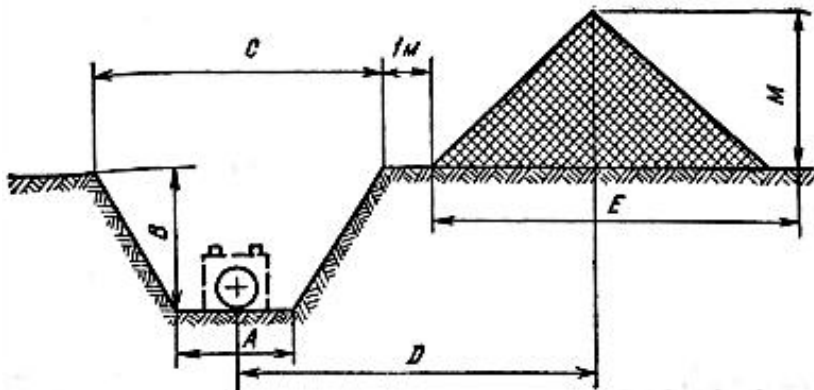
Ballast yükləri və ya anker qurğuları altındakı xəndəyin dibdə eni $2,2D$ -dən az olmamalıdır. Sintetik materiallardan istifadə etməklə qrunlarla ballastlaşması icra edilən boru kəmərləri üçün isə xəndəyin dibdə eni $1,6D$ -dən az olmamalıdır.

Xəndəyin dərinliyi boru kəmərinin mexaniki zədələnmələrdən mühafizəsi şərtinə görə müəyyən edilir. Bu cür zədələnmələr, ilk növbədə onun üzərindən avtomobil, tikinti və kənd təsərrüfatı maşınları və s. keçən zaman baş verə bilər.

Boru kəmərinin diametrindən asılı olaraq xəndəyin dərinliyi üçün aşağıdakı qiymətlər müəyyən edilmişdir:

- diametri D 1000 mm-ə qədər olan boru kəmərləri üçün $D + 0,8 \text{ m}$;
- diametri D 1000 mm və ondan çox olan boru kəmərləri üçün $D + 1 \text{ m}$;
- qurudulmalı olan bataqlıq qrunlarda $D + 1,1 \text{ m}$;
- qumlu-gilli qrunlarda $D + 1 \text{ m}$;
- avtomobil nəqliyyatı və tikinti texnikasının keçidi mümkün olmayan qaya və bataqlıq qrunlarında $D + (0,6 - 0,8) \text{ m}$;

Bataqlıqlarda müxtəlif diametrlə boru kəmərlərinin çəkilməsi üçün (ballastlaşmada və ya onsuz) xəndəyin parametrləri (şəkl. 6.2) TN və Q ilə müəyyən edilir və cədvəl 6.1-də verilmişdir.



Şək. 6.2. Bataqlıqda tikilən müxtəlif diametrli boru kəmərləri üçün xəndəyin parametrləri

Xəndəyin bataqlıqda partlayış üsulu ilə tikilməsi zamanı onun formalaşdırılması qrunzun sıxlaşdırılması nəticəsində baş verir. Bu zaman xəndək su ilə doldurulur. Belə tikili adətən kanal adlandırılır.

Boru kəmərlərinin su maneələrindən keçidlərinin çəkilişi zamanı fəza keçidləri ilə yanaşı boru kəmərinin sualtı xəndəklərdə düzülməsindən də istifadə edilir. Bu zaman xəndəyin ölçüləri qruntların növündən, vəziyyətindən və yuyulma dərəcə-sindən, axın proseslərindən və qazılma üsulundan asılıdır.

Sualtı xəndəyin minimal işlənmə həcmində optimal eni aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$b_{op} = b_k + \Delta b_{eh} + \Delta b_k \quad (6.1)$$

Burada: b_k - sualtı boru kəmərinin, rabitə kabelinin yerləşməsi və dalğıc (vodolaz) müayinəsi üçün xəndəyin tələb olunan zəruri minimal konstruktiv eni, m; Δb_{eh} - xəndəyin qazılması və boru kəmərinin çəkilişi zamanı xəndəyin yuyulmaya hesabi ehtiyatı, m; Δb_k - xəndəyin eninin planda mümkün kənarlaşmasıdır (tərəddüdü), m.

**Boru kəmərlərinin bataqlıqda çəkilişi zamanı
xəndəyin parametrləri**

Boru kəmərinin diametri, mm	Bataqlığın tipi	Xəndəyin parametrləri						Çıxarılmış torfun (xəndəyin) həcmi, m ³	Yumşaldılmış torfun həcmi, m ³
		A	B	C	D	E	M		
1020	I	$\frac{1,5}{2,3}$	$\frac{1,8}{1,8}$	$\frac{5,1}{5,9}$	$\frac{7,3}{8,2}$	$\frac{7,6}{8,5}$	$\frac{1,8}{2}$	$\frac{5,9}{7,4}$	$\frac{7,1}{8,8}$
	II	$\frac{1,5}{2,3}$	$\frac{1,8}{1,8}$	$\frac{6}{6,8}$	$\frac{8}{8,8}$	$\frac{8}{8,9}$	$\frac{1,9}{2,1}$	$\frac{6,7}{8,2}$	$\frac{8}{9,8}$
1220	I	$\frac{1,7}{2,4}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{5,7}{6,4}$	$\frac{8}{8,9}$	$\frac{8,4}{9,4}$	$\frac{2}{2,2}$	$\frac{7,4}{8,8}$	$\frac{8,9}{10,6}$
	II	$\frac{1,7}{2,4}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{6,7}{7,4}$	$\frac{8,9}{9,6}$	$\frac{9,2}{9,8}$	$\frac{2,2}{2,3}$	$\frac{8,4}{9,8}$	$\frac{10}{11,8}$
1420	I	$\frac{1,9}{2,5}$	$\frac{2,2}{2,2}$	$\frac{6,3}{7}$	$\frac{8,7}{9,5}$	$\frac{9,2}{10}$	$\frac{2,2}{2,4}$	$\frac{9}{10,4}$	$\frac{10,8}{12,4}$
	II	$\frac{1,9}{2,5}$	$\frac{2,2}{2,2}$	$\frac{6,3}{7}$	$\frac{9,7}{10,5}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{2,4}{2,6}$	$\frac{10,2}{11,5}$	$\frac{12,3}{13,8}$

Qeyd. Kəsir xəttinin sürətində xəndəyin ballastlaşma tətbiq edilməyən, məxrəcində isə ağırlaşdırıcılar nəzərə alınmaqla parametrləri göstərilmişdir.

Sualtı xəndəkdə boru kəmərinin rabitə kabeli ilə yanaşı çəkilişi zamanı b_k - kəmiyyətinin qiyməti $D_x+1,2$ m, kabelsiz halda isə $D_x+0,7$ m qəbul edilir (D_x - boru kəmərinin xarici diametridir). Xəndəyin yuyulmaya hesabi ehtiyatı (Δb_{eh}) yalnız keçidin məcra yuyulma zonalarında nəzərə alınmalıdır.

Δb_{eh} ehtiyatının qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\Delta b_{eh} = \sqrt{\Delta b_{i\dot{s}}^2 + \Delta b_{b.k.}^2}. \quad (6.2)$$

Burada: $\Delta b_{i\dot{s}}$ - qazılma zamanı xəndəyin eni üzrə hər iki tərəfdə mümkün kənarlaşmanı nəzərə alan ehtiyat (TN və Q ilə qəbul edilir), m; $\Delta b_{b.k.}$ - xəndəyə qoyulan boru kəmərinin oxunun layihə oxundan mümkün kənarlaşmasını nəzərə alan ehtiyatdır, m.

Sualtı xəndəyin dərinliyi boru kəmərinin çayın dibinin hesabi yuyulma səviyyəsindən 0,5 m aşağıda (borunun üstünə qədər) basdırılması şərtinə əsasən qəbul edilir. Xəndəyin divarlarının mailliyi təbii nəmlikli qruntlarda xəndəyin dərinliyindən, qrunnun xarakteristikalarından asılı olaraq TN və Q-lə reqlamentləşdirilir (tənzimlənilir) və cədvəl 6.2-də verilmişdir.

Xəndəklərin işlənməsində mühüm parametrlərdən biri torpaq işlərinin həcmidir. Mailli divarlı xəndəyin qazılması zamanı bu həcmi aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq olar:

$$V = \frac{A+B}{2} \cdot L \cdot H \text{ və ya } V = (B \cdot H + n \cdot H^2) \cdot L \quad (6.3)$$

Burada: A və B - uyğun olaraq xəndəyin üstdə və dibdə eni; L - xəndəyin uzunluğu; n - maillik əmsalı; H - xəndəyin dərinliyidir.

Müxtəlif kateqoriyalı (laylı) qruntlarda xəndəyin qazılması zamanı torpaq işlərinin həcmi hər bir qrunn növü üçün (işlənmə mürəkkəbliyinə görə) aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$V = [(F_1 + F_2)/2] \cdot L \quad (6.4)$$

Burada: F_1 və F_2 - kənar en kəsik sahələri; L - en kəsiklər arasındakı məsafədir.

Cədvəl 6.2**Təbii nəmlikli qruntlarda xəndək divarının
yol verilən mailliyi**

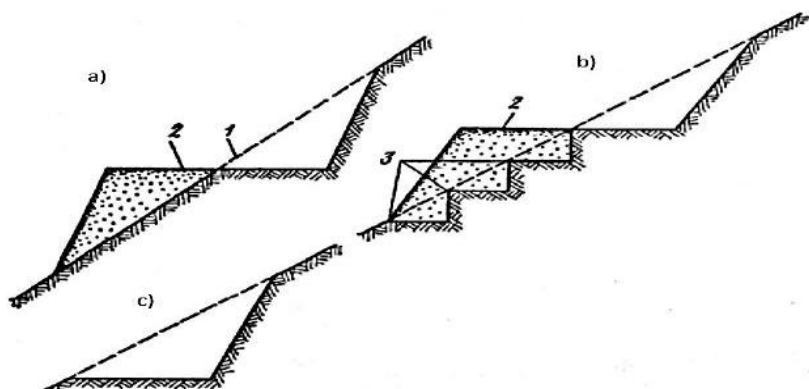
Qruntlar	Xəndək divarının hündürlüyünün mailliyi		
	Xəndəyin dərinliyi, m		
	1,5	3	5
Tökmə qum və çinqil nəmli	1:0,67 1:0,5	1:1 1:1	1:1,25 1:1
Gillər qumlu gil gil quru gil	1:0,25 1:1 1:1	1:0,67 1:0,25 1:0,5	1:0,85 1:0,5 1:0,5
Morenlər gumlu gilli	1:0,25 1:0,2	1:0,57 1:0,5	1:0,75 1:0,65
Qaya hamar yerdə dağlıq yerdə	0,2 Layihə üzrə	0,2 Layihə üzrə	0,2 Layihə üzrə

Bataqlıqda xəndəyin divarlarının mailliyi onun kateqoriyasından asılıdır (cədvəl 6.3).

Cədvəl 6.3**Bataqlıqda xəndəyin divarının yol verilən mailliyi**

Torf	Bataqlığın tipindən asılı olaraq xəndək divarının mailliyi		
	I	II	III (ifrat sulaşmış)
Zəif formalaşmış	1:0,75	1:1	-
Yaxşı formalaşmış	1:1	1:1,25	Layihə üzrə

Magistral boru kəmərlərinin dağ şəraitində sıldırım sahələrdə çəkilməsi zamanı xəndəyin və izolyasiya-borudüzmə kolonunun yerləşdirilməsi üçün rəflər düzəldilir. Trasnın eninə məilliyi 8 və 12⁰ olan sahələrində yarım tökmə və yarım qazma şəkilli (şək. 6.3, a), 12-dən 18⁰-yə qədər ərazilərdə – tökmə üçün çıxıntılarla (şək. 6.3, b), 18⁰-dən çox olduqda isə tam qazmada rəflər (şək. 6.3, c) hazırlanır.



Şək. 6.3. Dik yamaclarda hazırlanan rəflərin sxemi
1-qazılmış qrunq; 2- tökmə hissə; 3- çıxıntılar.

Rəflərin eni iş şəraiti və xəndəyin ölçüləri nəzərə alınmaqla müəyyən edilir. Rəfin minimal eni aşağıdakı ifadə ilə tapılır:

$$B = C + b + a + 1 \quad (6.5)$$

Burada: C - xəndəyin qrunq tayasının yerləşdirilməsi üçün tökmə sahənin eni; b - xəndəyin üstündə eni; a - borudüzənin tırtıllı hərəkət yolunun enidir.

Qurulan rəflər onun üzərində boru kəmərinin tikintisi, həmçinin istismarı proseslərində maşınların hərəkəti zamanı tökmənin dayanıqlığını təmin etməlidir (şək.6.4). Tökmənin dayanıqlığı aşağıdakı ifadə ilə yoxlanılır:

6.2. Torpaq işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı yerinə yetirilən torpaq işləri xəndək qazılması (boru kəmərinin yeraltı çəkilişi üçün), dağ şəraitində rəflərin tikilməsi, yerüstü çəkilişdə tökmənin hazırlanması, xəndəyə endirilmiş boru kəmərinin üstünün əks doldurulması ilə bağlıdır.

6.2.1. Normal şəraitdə və donmuş qruntlarda xəndəyin qazılması

Xəndəyin qazılması üsulları onun ölçülərindən və profilindən, ərazinin relyefindən və sulaşma dərəcəsindən, qrunzun növündən və vəziyyətindən asılı olaraq seçilir. Xəndək qazılma-
dan əvvəl yerdə onun oxu və istiqaməti müəyyən olunur və əsası hamarlanır.

Xəndəyin qazılması üzrə torpaq işləri tam mexanikləşdirilmişdir. Bu məqsədlə rotorlu birçalovlu ekskavatorlardan istifadə edilir. Hamar relyefli ərazinin düzxətli hissələrində, donmuş qruntlarda donma dərinliyinin 1 – 1,2 m-dən çox olmayan sahələrində, əyri xətlə sahələrdə isə təbii dönmə radiusuna malik yerlərdə xəndək rotorlu ekskavatorlarla qazılır (şək. 6.5, a). Su ilə doymuş düzxətli sahələrdə, maneələrdən keçidlərdə, bataqlıqlarda, qaya və donmuş torpaqlarda və rotorlu ekskavatorların işləməsinin imkansız və ya məqsədəuyğun olmadığı yerlərdə isə xəndək birçalovlu ekskavatorla qazılır (şək. 6.5, b).

Qazma üsulunun seçilməsi həm də qruntların möhkəmliyindən asılı olur. Yumşaq qruntlar xüsusi mexanizmlər (əsasən, ekskavatorlar) vasitəsilə təbəqəli kəsmə üsulu ilə, möhkəm qruntlar (qaya, donmuş torpaq və s.) isə partlayış və qabaqca-
dan yumşaldılmaqla (donmuş qruntlar) qazılır.

Donmuş qatın qalınlığı 1 m-ə qədər olan qruntlarda xəndəyin qazılması üçün kombinə edilmiş üsullardan istifadə edilir. Bu zaman buldozərlərdən və yumşaldıcı mexanizmlərdən və birçalovlu ekskavatlardan istifadə olunur.

a)



b)



Şək. 6.5. Ekskavatorun ümumi görünüşü
a- rotorlu ekskavator; b- birçalovlu ekskavator.

Ekskavatorların əsas parametri onların məhsuldarlığıdır. Rotorlu ekskavator üçün bu göstərici aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$M = 60 \cdot n \cdot V \cdot K_y \cdot K_d \cdot K_m \quad (6.8)$$

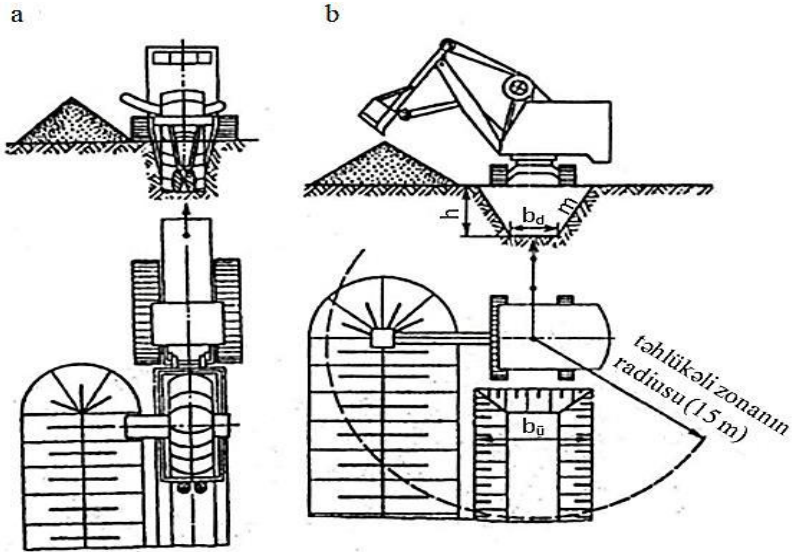
Burada: n - 1 dəqiqədə doldurulan çalovların sayı; V - bir çalovun həcmi; K_y - qrunzun yumşalma əmsalı; K_d - çalovun doldurulma əmsalı; K_m - ekskavatorun istifadə müddəti əmsalıdır.

Birçalovlu ekskavatorlar üçün məhsuldarlığı aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək olar:

$$M = 60 \cdot n \cdot V \cdot K_i \cdot K_h \quad (6.9)$$

Burada: n - 1 dəqiqədəki qazma dövrlərinin sayı; V - çalovun həcmi; K_i - ekskavatorun istismarı zamanı təşkilati vaxt itkisi əmsalı; K_h - ekskavatorun hərəkətinə (yerdəyişmə) görə vaxt itkisi əmsalıdır.

Seçilmiş ekskavatorların növündən asılı olaraq qazılmış xəndəyin en kəsiyi düzbucaqlı və ya trapesiyalı forma ala bilər (şək. 6.6).

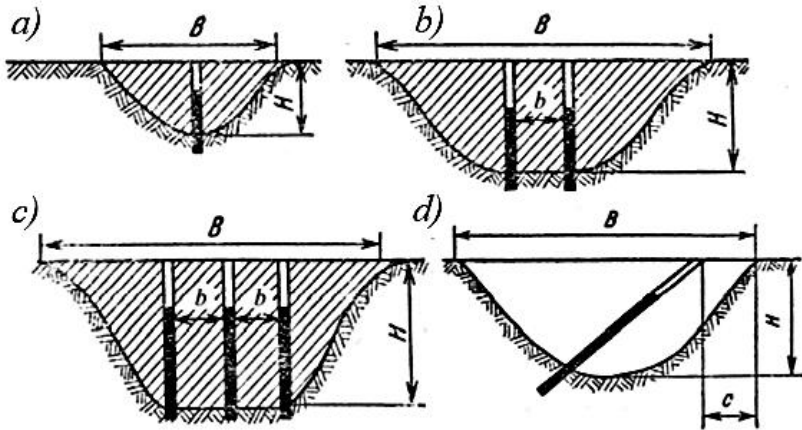


Şək. 6.6. Xəndəyin hazırlanması işinin texnoloji sxemi

- a)- rotorlu ekskavatorla; b) birçalovlu ekskavatorla
h- xəndəyin dərinliyi; b_d - xəndəyin dibdə eni;
m- xəndək divarının mailliyi; $b_ü$ -xəndəyin üstü eni.

Normal şəraitlərdə (trasın bataqlıqlaşmış sahələrinin olmaması, hamar relyef, yumşaq qrunut və s.) xəndəyin qazılması o qədər də çətinlik törətmir və tikinti prosesinin yüksək templəri təmin olunur. Lakin magistral boru kəmərlərinin trasında torpaq işlərinin xüsusi texnologiyalarla yerinə yetirilməsini tələb edən mürəkkəb şəraitlər də (bataqlıq, dağ, qaya, donmuş torpaqlar və s.) rast gəlinir.

Qaya qrunutlarında xəndəyin qazılması üçün partlayış enerjisindən geniş miqyasda istifadə edilir. Bu zaman aşağıdakı əməliyyatlar həyata keçirilir: qaya qrunutlarının partlayışla yumşaldılması, yumşaldılmış qrunutun ekskavatorla işlənməsi, trasın qrunutdan təmizlənməsi. Partlayış işlərinin tətbiqi zamanı şpur (partlandırılmaq üçün süxurlarda açılan və içərisi partlayıcı maddələrlə doldurulan dar dəlik) və quyru partladıcısından istifadə edilir. Şpur partladıcısı xəndəyin profilinin layihəyə uyğunluğunu və qaya qrunutunun tam yumşalmasını təmin edir (şək. 6.7).

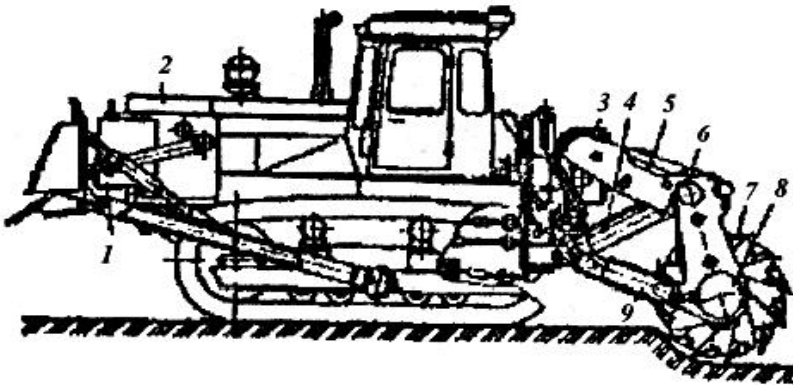


Şək. 6.7. Qaya qrunutlarında şpurların yerləşdirilmə sxemləri

Xəndəyin dibdə eni 1,5 m-ə qədər olarsa, şpurlar bir cərgədə (şək. 6.7, a), çox olduqda isə iki və üç cərgədə yerləşdirilir (şək.6.7, b, c). Süxurun müəyyən hissəsinin xəndəyin əks tərəfinə atılması üçün şpurları bir cərgədə 45-60° mailliklə də qazmaq olar (şək. 6.7, d).

Donmuş torpaqlarda xəndəyin qazılması üçün müxtəlif üsullardan istifadə edilir. Donma dərinliyi 0,4 m-ə qədər olduqda xəndəyin işlənməsi rotorlu və ya əks kürəkli çalovla təchiz edilmiş birçalovlu ekskavatorlarla həyata keçirilir.

Donmuş torpaqların işlənməsi, adətən onların qabaqcadan yumşaldılması ilə yerinə yetirilir. Bu məqsədlə yumşaldıcı-buldozərdən, yerqazan frezer maşınından və ya ekskavatorun bazasında quraşdırılan dəyişdirilən yumşaldıcı avadanlıqdan istifadə edilir. Torpaqqazan frezer maşınları donmuş qruntları qatlarla kəsir (frezerləyir). Frezerləmə dərinliyi 0,2-0,35 m-ə qədər (eni 3-4 m-ə qədər) olur. Torpaqqazan frezer maşını – asılı işçi orqanla təchiz edilmiş tırtıllı traktordur (şək. 6.8).



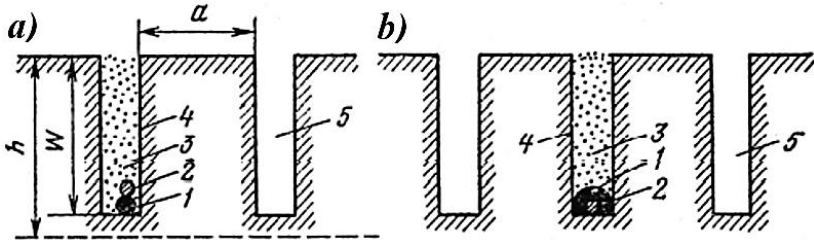
Şək. 6.8. Torpaqqazan frezer maşını

- 1- əks yük; 2- baza traktoru; 3- güc reduktoru; 4- qaldırıcı-salıcı hidrosilindr; 5- dartqı; 6- zəncir ötürücüsü; 7- işçi orqan; 8- reduktor; 9- gövdə.

Donmuş və sıx qruntlarda xəndəyin qazılması üçün torpaqqazan texnikadan daha səmərəli istifadə etmək məqsədilə kombinə edilmiş mexanikləşdirilmiş axın üsulu da tətbiq edilir. Donma dərinliyi 0,4 m-dən çox olduğu hallarda xəndəyin qazılması üçün əvvəlcə onun mexaniki yumşaldıcılar və ya partlayış üsulu ilə yumşaldılması yerinə yetirilir.

Donma dərinliyi 0,8 m-ə qədər çatarsa, onda qrunzun yumşaldılması bütün donma dərinliyi boyu həyata keçirilir və sonra xəndəyin birçalovlu ekskavatorla işlənməsi yerinə yetirilir.

Donmuş torpaqların yumşaldılmasının daha səmərəli üsulu – partlayış üsuludur. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, yerkəsən texnika ilə trasda yarıqlar kəsilir və oraya partlayıcı maddə yerləşdirilir. Kəsilən digər yarıqlar isə kompensasiyaedici rolunu oynayır (şəkl. 6.9).



Şəkl. 6.9. Partlayıcı və kompensasiyaedici yarıqların yerləşdirilmə sxemi

1- partlayıcı; 2- detonasiya naqili; 3- örtücü material;
4- partlayış yarığı; 5- kompensasiya edici yarıq.

6.2.2. Bataqlıq və sulaşmış ərazilərdə xəndəyin qazılması

Bataqlıq olan ərazilərdə magistral boru kəmərlərinin çəkilməsi xüsusilə payız-qış mövsümlərində böyük texniki çətinliklərlə müşayiət olunur.

Xatırladaq ki, bataqlıqlar - ifrat dərəcədə nəmlənmiş və 0,5 m və daha böyük qalınlıqda torf qatı ilə örtülmüş quru sahəsidir. Torf layının qalınlığı 0,5 m-dən az olan sulaşmış ərazilər isə bataqlıqlaşmış sahələr adlanır.

Bataqlıqların növündən, tikinti maşın və texnikalarının keçidinin çətinliyindən və boru kəmərlərinin tikilmə üsulundan asılı olaraq, xəndəklərin (kanalların) qazılma sxemləri də müxtəlif olur.

Bataqlıq sahələrdə xəndəklərin aşağıdakı qazılma sxemlərini fərqləndirmək olar:

- torf qatının qabaqcadan kənarlaşdırılması (və ya üstünün örtülməsi) ilə;
- qrunnun səthinə düşən təzyiqin azaldılması (xüsusi texnikaların, şitlərin və döşənəklərin, məsələn, bataqlıq yerlərdən keçmək üçün slanların tətbiqi) ilə;
- xəndəyin qış vaxtı qazılması ilə;
- xəndəyin partlayış vasitəsilə qazılması ilə.

Xəndəyin torf qatının qabaqcadan örtülməsi ilə qazılması torf qatının qalınlığı 1 m-ə qədər olduqda tətbiq edilir. Bu zaman yüksək yükçötürmə qabiliyyətinə malik hazırlıq təbəqəsi (örtüyü) yaradılır.

Torfun mineral qrunta qədər qabaqcadan kənarlaşdırılması buldozer və ya ekskavatorlarla yerinə yetirilir. Bu zaman qazılmış yerin eni mineral qrunn üzərində hərəkət edən və xəndəyi qazan ekskavatorun sərbəst işinə imkan verməlidir.

Qrunnun səthinə düşən təzyiqin azaldılması üçün xüsusi texnikaların, şitlərin və döşənəklərin tətbiqi ilə xəndəyin qazılması üsulu o zaman tətbiq edilir ki, torfun qalınlığı 1 m-dən artıq olsun. Zəif qruntlarda xəndəyin qazılması əks kürəklə təchiz edilmiş bataqlıq ekskavatorları və ya draqlaynlarla yerinə yetirilir (şək. 6.10).

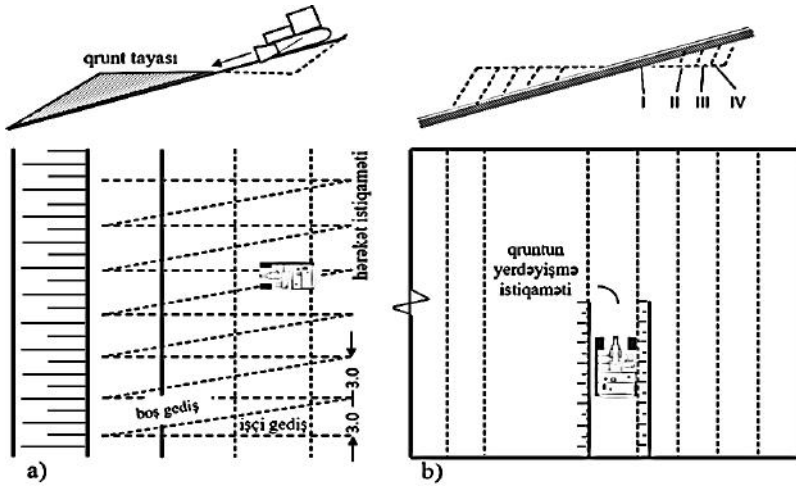


Şək. 6.10. Bataqlıq ekskavatoru (a) və ekskavator-draqlayn (b)

6.2.3. Dağ şəraitində torpaq işləri

Dağlıq şərait magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün relyef müxtəlifliyi, geoloji və iqlim müxtəlifliyi kompleksi ilə fərqlənir. Bu şəraitlərdə işlərin yerinə yetirilməsi üsulları xüsusi texnologiya, çeviklik və müxtəliflik tələb edir. Torpaqqazan texnikanın mailliyi olan yerlərdə işləməsi tikinti-quraşdırma işlərində çətinlik yaratmaqla, həm də işlərin sürətinin aşağı düşməsinə səbəb olur.

Dağ şəraitində torpaq işləri təkcə tikinti zolağının planlaşması ilə bitmir, həm də yarıqazma və yarıtökmə şəklində rəflərin hazırlanması üçün böyük həcmdə dağ süxurlarının işlənməsi tələb edilir (şək. 6.11).



Şək. 6.11. Yamacda buldozerin eninə (a) və uzununa (b) gedişləri ilə rəflərin hazırlanması
I, II, III, IV – işlənmiş torpağın prizmaları

Dağ şəraitində boru kəmərinin çəkilməsi üçün trasın mailliyindən və qrunutların xüsusiyyətlərindən asılı olaraq rəflərin və xəndəklərin qazılması zamanı müxtəlif üsullar tətbiq edilir.

Boru kəmərinin trasının uzununa mailiyi sərt olan yerlərində yoxuş bucağını azaltmaq üçün qruntun kəsilməsi ilə planlaşma işi aparılır. Bu işlər tikinti zolağının bütün eni boyu yuxarıdan aşağıya torpağı kəsərək yoxuşun dibinə doğru itələyən buldozerlərlə həyata keçirilir. Xəndəyin profilinin tökmədə yox, möhkəm qruntunda yerləşdirilməsi məsləhət görülür.

Rəflər boru kəməri trasının keçdiyi yamaclarda eninə mailiyyətin 8^0 -dən çox olduğu yerlərdə quraşdırılır. Rəfin konstruksiyası və parametrləri boru kəmərinin diametrindən, işlərin aparılma üsulundan, qruntun kateqoriyasından və maşınların növündən asılı olaraq müəyyən edilir. Tökmənin dayanıqlığı tökmə və yamac qruntlarının xarakteristikalarından, yamacın dikliyindən, tökmə hissənin enindən və bitki örtüyünün vəziyyətindən asılıdır. Rəfin dayanıqlığının təmin edilməsi üçün onu yamaca doğru 3-4% mailliklə hazırlamaq lazımdır.

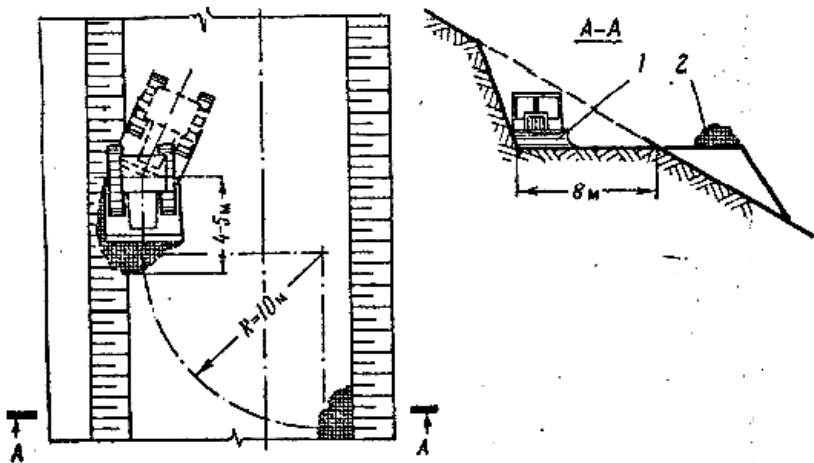
Eninə mailiyyəti 15^0 -dək olan sahələrdə normal və yumşaldılmış qaya qruntlarında rəflər üçün qazmalar buldozerin trasın oxuna perpendikulyar şəkildə eninə gedişləri ilə hazırlanır (şək. 6.11, a). Rəfin eni kifayət qədər böyük olduqda torpağın eninə işlənməsi iki buldozerlə yerinə yetirilir.

Eninə mailiyyəti 15^0 -dək olan sahələrdə rəflərin hazırlanması, həmçinin buldozerin uzununa gedişləri ilə də həyata keçirilə bilər (şəkil 6.11, b).

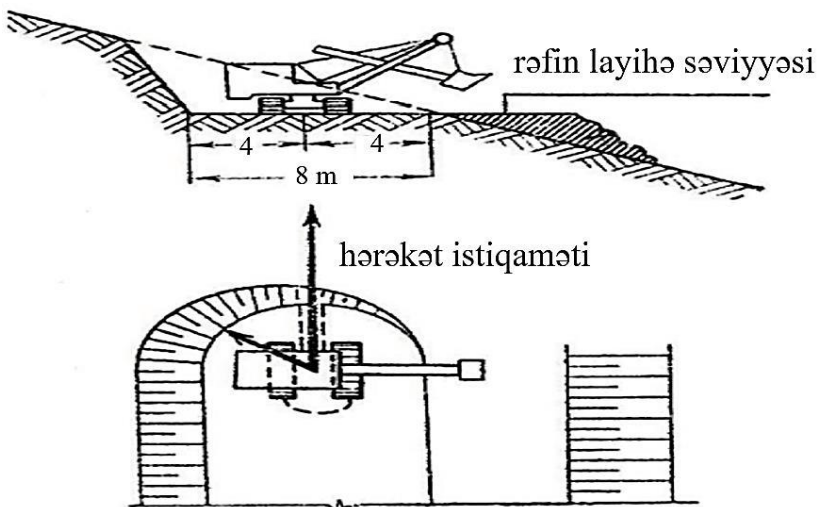
Buldozer əvvəlcə yarıqazma və yarıtökmə keçidinin sərhəddində qruntu qazır; ilk öncə I prizmada, sonra II, III, IV prizmalarda kəsilən qrunt tökmə hissəyə itələnərək, qazma hissənin tam profili işlənir.

Rəfin səthinin planlanması hər iki halda (qruntun qatlarla qazılaraq yarıtökməyə itələnməsi və kipləşdirilməsi) buldozerin uzununa gedişləri ilə həyata keçirilir (şək. 6.12).

Eninə mailiyyəti 15^0 -dən çox olan sahələrdə qaya olmayan və ya yumşaldılmış qruntlarda rəflərin hazırlanması zamanı düzünə küvrəkli birçalovlu ekskavatorlardan istifadə edilir. Ekskavator yarıqazmada işlədiyi qruntu rəfin tökmə hissəsinə tayılayır (şək. 6.13).



Şək. 6.12. Rəfin buldozerin uzununa gedışləri ilə son işlənmə mərhələsinin sxemi
1- qruntun yığılma sahəsi; 2- qruntun tökülmə sahəsi.

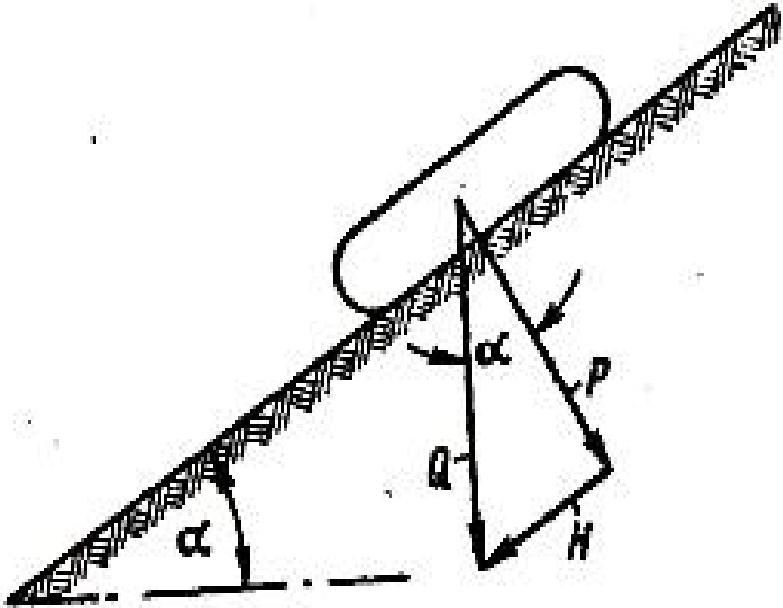


Şək. 6.13. Ekskavatorla yarıqazma-yarıtökmənin işləmə sxemi

İşlənmənin başlanğıcında ekskavator buldozerə və ya traktora (yakor) bağlanır. İşlənmənin son mərhələsi və planlama işə buldozer vasitəsi ilə icra olunur. Dağlıq ərazilərdə yumşaq qruntlarda xəndək qazılmasının aşağıdakı sxemlərindən istifadə edilir:

- ekskavatoru ankerləmədən;
- ekskavatoru ankerləməklə;
- lotok (kanal) ilə;
- kanatlı-qazıcı qurğu ilə.

Uzununa yamaclarda xəndəyin işlənməsi zamanı əsasən birçalovlu və rotorlu ekskavatorlardan və buldozerlərdən istifadə edilir. Xəndəyin ekskavatoru ankerləmədən qazılması zamanı onun dayanıqlığı yoxlanılmalıdır. Ekskavatorun sürüşə (aşa) bilən həddi vəziyyətini (şək. 6.14) aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:



Şək. 6.14. Ekskavatorun dayanıqlığının hesabi sxemi

$$H = Q \cos \alpha f = P \cdot f \quad (6.10)$$

Burada: H - hərəkətə gətirən qüvvə; Q – ekskavatorun kütləsi; P – kütlənin yamac səthinə perpendikulyar əvəzləyici qüvvəsi; f -sürtünmə əmsalıdır (metalın qrunlarla sürtünməsinə: gillicə üçün 0,45 – 0,5; gil üçün 0,5 – 0,6; qum və çınqıl üçün 0,6 – 0,7).

Uzununa mailliyin həddi qiyməti $\alpha_{uz} = \arctg f$.

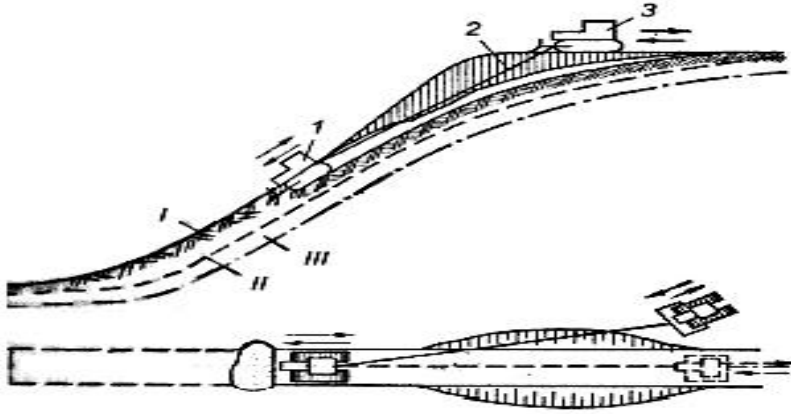
α_{uz} -dan kiçik yamaclarda xəndəklər birçəlovlu və rotorlu ekskavatorlarla yuxarıdan aşağıya üsulu ilə qazılır.

Mailliyi 22^0 -dən çox olan yamaclarda ekskavatorun dayanıqlığı ankerləmə ilə təmin edilir: düz kürəkli ekskavatorla çəlovu qazma istiqamətində olmaqla yalnız yamacla yuxarıdan aşağıya doğru, əks kürəkli isə çəlovu işin əks istiqamətində olmaqla yamacla yuxarıdan aşağıya tərəf.

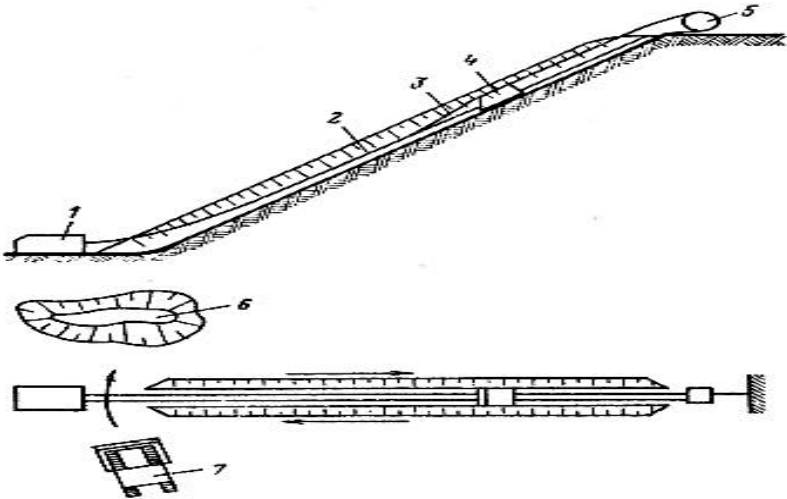
Ekskavatorun ankerlənməsi (bərkidilməsi) bir və ya bir neçə traktorla və ya buldozerlə həyata keçirilir. 30^0 -lik yamaclarda bir buldozer və ya traktor kifayətdirsə, mailliyi 36^0 -dən çox olan yamaclarda bu mümkün deyil. Ona görə də belə hallarda xəndəyin lotok üsulu ilə işlənməsi üsulu tətbiq edilir. Bu üsulda lotok xəndəyin tam eni boyu buldozerlə qazılır (şək. 6.15).

Bu üsulla xəndəyin işlənməsinə yuxarıdan başlanılır və ardıcıl olaraq 0,4-0,6 m qalınlığında təbəqələrlə yoxuşun uzunluğu boyu qazılır. Təbəqənin qalınlığı qrunun növündən və yumşaqlıq dərəcəsinə asılıdır.

Dikliyi 45^0 -dən çox olan yamaclarda, xüsusən yoxuşun uzunluğu böyük olanda (100 m-dən çox) xəndəyin hətta lotok üsulu ilə qazılması da bir sıra çətinliklər törədir. Belə şəraitlərdə xəndəyin qazılması kanat-qazma qurğuları ilə həyata keçirilir (şək. 6.16).



Şək. 6.15. Xəndəyin lotok üsulu ilə qazılmasının sxemi
 1- işçi buldozer; 2- anker trosu; 3- yakor (bağlayıcı) traktor və ya buldozer; I, II, III – qrunnun ardıcıl işlənmiş qatları.

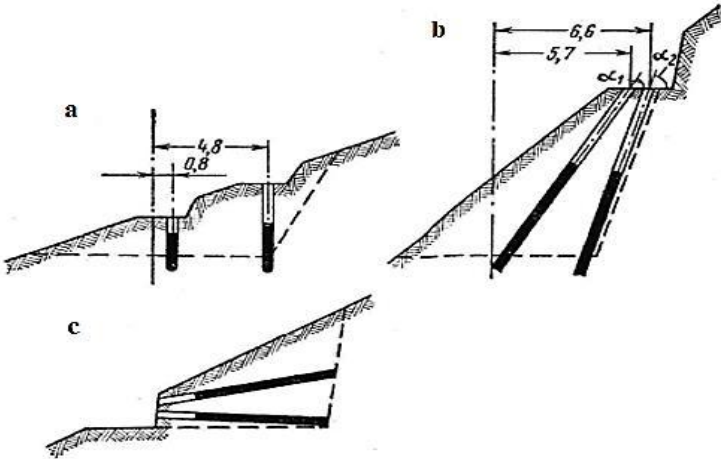


Şək. 6.16. Xəndəyin kanat-qazma qurğusu ilə qazma sxemi

Yamacın dabanında iki barabanlı qazma qurğusu (1), yuxarıda isə diametri 0,4-0,6 m olan fırlanan blok (5) quraşdırılır.

Qurğu işçi (2) və qazıcı çalovu yuxarı - yamacın qaşına qaldırmaq üçün (3) troslarla təchiz edilir. Xəndək yuxarıdan aşağıya qazılır. Çalov yamacın yuxarisından işçi trosla çəkilərək qrunt aşağıya doğru sivrilir (qazılır), oradan isə buldozərlə (7) tayaya (6) itələnir.

Dağ şəraitində magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı əksər hallarda qaya süxurlarına rast gəlinir ki, onların yumşaldılması üçün partlayış-qazma üsulundan istifadə edilir. Bu zaman partlayış enerjisi rəflərin və rəflərdə xəndəyin işlənməsi üçün tətbiq edilir. Partlayış işlərinin növündən və təyinatından asılı olaraq şpur, quyu və çala partlayışı üsulları tətbiq edilir. Dikliyi $10-15^{\circ}$ olan yamaclarda yumşaldılan qaya təbəqəsinin dərinliyi 2,5 m-ə qədər olarsa, şpur-partlayışı, 2,5 m-dən çox olduqda isə quyu partlayışı üsulundan istifadə edilir. Şək. 6.17-də rəflərdə quyu partlayışı üsulunun sxemi təsvir edilmişdir.



Şək. 6.17. Rəflərin qurulması üçün quyu partlayışının yerləşdirilmə sxemi

a), b) – dikliyi az olan yamaclarda; c) – dik yamaclarda.

Şpurlar və quyular əl perforatorları və ya özüyəriyən qazma qurğuları ilə qazılır. Yamacın dikliyindən və qazmanın enindən asılı olaraq partlayıcılar bir və ya daha çox cərgəli ola bilər. Rəflərdə qaya süxurlarının yumşaldılması üçün partlayıcılar vertikal, maili və horizontal şpur və quyularda yerləşdirilə bilər.

Xəndəyin qazılması zamanı yerqazan maşınlar planlanmış rəflərdə hərəkət edirlər. Bu zaman birçalovlu ekskavatorlar hamar ərazilərdə qaya quntlarında xəndəyin işlənməsində olduğu kimi metal və ya ağac şitlərdən hazırlanmış döşəmələrin (nas-tillər) üzəri ilə hərəkət edirlər.

Xəndəkdən çıxarılan torpaq qazmanın qaşında - xəndəyin qazılma istiqamətində, rəfin sağ tərəfində taya şəklində döşə-nir. Əgər torpaq tayası keçid zonasında yerləşərsə, tikinti maşın və mexanizmlərinin normal hərəkətini təmin etmək üçün qunt buldozerlə rəfdə planlanaraq kipləşdirilir.

6.2.4. Səhra şəraitində və suvarılan torpaqlarda torpaq işləri

Səhrada magistral boru kəmərlərinin tikilməsinin relyefin, quntun və iqlim şəraitinin özünəməxsusluğundan irəli gələn bir sıra spesifik xüsusiyyətləri mövcuddur.

Qumlu quntlarda xəndək buldozerlər, birçalovlu və rotorlu ekskavatorlarla qazılır. Boşluqlu quntlarda xəndəyin qazılması, adətən draqlayn tipli çalovunun tutumu artırılmış birçalovlu ekskavatorlara həyata keçirilir.

Sıx və nəmli torpaqlarda xəndək rotorlu ekskavatorla qazılır. Xəndəyin qazılması kompleks güclü buldozerlərlə uzununa-eninə sxem üzrə yerinə yetirilir. Bu sxem aşağıdakı hallarda tətbiq edilir: çox məsələli qumlu quntlarda – xəndəyin dərinliyi 1,2 m-ə qədər olarsa; nəmli quntlarda - xəndəyin dərinliyi 1,5 m-ə qədər olarsa; izolyasiya-borudüzmə kolonunun işinin

birbaşa xəndəkdə yerinə yetirilməsi mümkün olan sahələrdə (əgər xəndəyin dibdə eni 6 m və daha çox olarsa).

Səhra şəraitində xəndəyin işlənməsi zamanı qrunnun kombinə edilmiş qazılma üsulundan istifadə edilir. Bu zaman qrunnun üst qatı (1-1,2 m) buldozerlə, qalan hissəsi isə (layihə dərinliyinə qədər) məsaməli qruntlarda – birçalovlu, sıx və nəmli qruntlarda isə rotorlu ekskavatorla qazılır.

Sıx və nəmli qruntlarda xəndəklər həmçinin buldozerlə - lotok üsulu ilə də qazıla bilər.

Suvarılan torpaqlarda magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün bütün digər işlər kimi, torpaq işlərinin də özünəməxsus xüsusiyyətləri vardır. Birincisi, bütün işlər payız-qış mövsümündə yerinə yetirilməli və yaz suvarmasına qədər başa çatdırılmalıdır. Torpaq işləri müəyyən ardıcılıqla yerinə yetirilir: tikinti zolağının planlanması, keçidlərin hazırlanması və sonda məhsuldar qatın bərpası.

Normal nəmlikli və sıx mineral qruntlarda xəndək sepli (zəncirli) dibi olan xüsusi çalovla təchiz edilmiş rotorlu ekskavatorlarla qazılır.

Həddindən artıq sulaşmış və azdayanıqlı torpaqlarda xəndəyin qazılması üçün əks kürəkli birçalovlu ekskavatorlardan və ya çox enli tırtılı olan draqlaynlardan istifadə edilir.

6.3. Xəndəyin əks doldurulması və torpağın rekultivasiyası

Yeraltı magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı sonuncu mərhələ kəmərin düzüldüyü xəndəyin qrunnla əks doldurulmasıdır. Əks doldurulma ilin istənilən vaxtında yerinə yetirilə bilər. Bu məqsədlə buldozerlərdən, rotorlu xəndək dolduranlardan, rotorlu xəndək ekskavatorlarından, habelə birçalovlu ekskavatorlardan və draqlaynlardan istifadə oluna bilər.

Magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı xəndəyin əks doldurulması: eninə düz xətli; paralel çəp enli paralel xətli; çəp çarpaz xətli və kombinasiyalı üsullarla yerinə yetirilə bilər.

Tikinti zolağının eni nə qədər böyük olarsa, boru kəmərinin buldozerin düz xətli eninə gedişləri ilə əks doldurulması imkanı geniş olur. Ensiz tikinti zolağında əks doldurmanın çəp enli paralel və çəp çarpaz xətli üsullarla aparılması daha məqsəduyğundur.

Boru kəmərlərinin əks doldurulmasının ən səmərəli üsulu kombinasiyalı üsul hesab edilir. Bu üsulda qruntun daşınması üçün orta məsafə azaldığından buldozerlərin məhsuldarlığı daha yüksək olur.

Qrunt xəndəyə töküldükdən sonra kipləşdirilir. İsti aylarda bu məqsədlə pnevmokatoklar istifadə olunur və ya tırtırlı traktorun əks doldurulmuş xəndəyin üstü ilə bir neçə dəfə gedişi ilə o kipləşdirilir. Qış aylarında xəndəyə doldurulan torpağın kipləşdirilməsi aparılmır. Bu zaman torpaq xəndəyə tökülür, 2-3 ay müddətində o özünün təbii sıxlığına çatır. Belə kipləşdirmə üsulu yay aylarında da tətbiq edilə bilər.

Magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı tikinti zolağının rekultivasiyası məhsuldar qatın saxlanma zonasından daşınaraq bərabər düzülməsi ilə yerinə yetirilir.

VII FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİLMƏSİNDƏ QAYNAQ-QURASDIRMA İŞLƏRİ

Bu bölmədə karbohidrogenlərin nəqli üçün boru kəmərləri tikintisinin çox mühüm texnoloji proseslərindən biri – qaynaq-quraşdırma işlərindən, yəni boru kəmərlərinin qaynaq edilməsindən bəhs ediləcək. Əvvəlcə qaynaq prosesinin tarixi barədə qısa məlumatla tanış olaq.

7.1. Qaynaq işlərinin tarixi haqqında qısa məlumat

Qaynaq – atomlararası qüvvələrin təsiri ilə bərk materialların - qaynaq edilən hissələrin yerli əritmə və ya bircə plastik deformasiyası nəticəsində birləşdirilməsi prosesidir.

Boru kəmərlərində tətbiq edilməyə başlanana qədər, qaynaq işləri uzun bir tarixi inkişaf yolu keçmişdir. Praktiki olaraq, hələ e.ə. VIII-VII minilliklərdə qaynaq işləri barədə məlumatlar mövcud idi. O zaman, əsasən mis məmulatları qızdırılaraq sıxılma yolu ilə qaynaq edilirdi. Daha sonra müəyyən temperatura qədər qızdırılmaqla daha çətin görünən qızıl, gümüş və bürünc qaynaq edildi. O zamanlar tökmə-qaynaq işləri geniş vüsət almışdı. Roma imperiyasının ərazisində tapılmış bürünc məmulatlar tökmə qaynağının bariz nümunələri sayılır.

IX-XIII əsrlərdən başlayaraq metallurgiya, metal emalı sahələri inkişaf etməyə başladı. O zaman rus sənətkarlığının səviyyəsi Qərbi Avropa ölkələrindən bir qədər öndə idi. O zaman dəmirçilik sənəti (dəmirçi qaynağı) yaxşı məlum idi. Hazırlanan metal məmulatların 70%-ə qədəri bu sənətin payına düşürdü.

Tədricən dəmirçi qaynağı elə bir inkişaf səviyyəsinə çıxdı ki, ondan təkcə soyuq və odlu silahların deyil, həm də dəmir yolu relslərinin istehsalında istifadə edilməyə başlandı. Belə texnologiyanı ilk dəfə ingilis mühəndis Nikson işləmişdir.

XV əsrdən başlayaraq dəmirçi qaynağı ilə yanaşı, yanar qazların ayırdığı istilikdən istifadə etməklə aparılan qaynaq prosesləri də inkişaf etməyə başladı. XVIII əsrin əvvəllərindən başlayaraq ural metallurgiyasının və dəmirçi qaynağının inkişafı daha da yüksək səviyyəyə çatdı. Tökmə qaynağı, qalaylı lehimləmə və dəmirçi qaynağı metalların birləşdirilməsinin əsas texnoloji proseslərinə çevrildi.

Yalnız XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində qaynaq işi sərbəst texnoloji proses kimi formalaşmağa başladı. İllərlə dəmirçi qaynağı texnologiyası da təkmilləşdi. Bu üsulla bimetal (bürünc+polad), - diametri 600 mm-ə qədər olan, - düz və spiral tikişli borular hazırlamağa başladılar.

Qaynağın keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün metalı əridə bilən güclü enerji mənbəyi tələb olunurdu.

1802-ci ildə dünyada ilk dəfə olaraq, Sankt-Peterburq tibbi-cərrahlıq akademiyasının professoru, fizik V.V. Petrov elektrik qövsünü kəşf etdi. O, ən güclü qalvanik batareyalardan istifadə edərək, müxtəlif materialların elektrik keçiriciliyini yoxlamaq məqsədilə təcrübələr qoyurdu və təsadüfən o zaman üçün yeni olan bir effekt kəşf etdi. Batareya zəncirinə qoşulmuş kömür çubuq qırıqları arasında parlaq işıqlanma müşahidə etdi və əsərlərində bu qövsün elektrikle işıqlandırmada və metalların əridilməsi zamanı istifadə edilməsi mümkünlüyünü qeyd etdi.

Lakin bu kəşf yalnız 80 il sonra – 1882-ci ildə Rusiyada elektrik qaynağının meydana gəlməsinə gətirdi. Rus ixtiraçısı N.N. Benardos ilk dəfə olaraq metalların birləşdirilməsi üçün **elektrik qövs qaynağı** üsulunu tətbiq etdi. O, yaratdığı aparatın adını yunan dəmirçi allahının şərəfinə “elektrohefest” qoydu. Aparat cərəyan generatorundan, kömür elektroddan onların

arasında yerləşdirilmiş akkumulyator batareyasından ibarət idi. Metal məmulata qoşmaqla onunla elektrod arasında yaranan qövs metalı əridirdi. Onun vaxtında etdiyi kəşfdən cəmi iki il sonra onlarla Avropa ölkələri və ABŞ bu yeniliyi patentləşdirə bildi, Rusiya isə sonuncu oldu – 1886-cı ilin sonunda bu böyük kəşfə görə alimə müəlliflik hüququ verildi.

O illərdə dünyada minlərlə qaynaq aparatları işləyirdi. Lakin Bernardos tərəfindən təklif edilmiş kömür elektrodla elektrik qaynağı üsulunun bir sıra çatışmazlıqları var idi. Kövrək kömür daim qırılırdı (ovulurdu) və onun dəyişdirilməsi zərurəti yaranırdı. Bundan başqa qaynaq tikişinə oksid birləşmələri (kükürd və fosfor) daxil olurdu ki, nəticədə metal yanaraq kövrəkləşirdi.

1886-cı ildə rus ixtiraçı-mühəndisi (metallurqu) N.Q.Slavyanov yeni – metal elektrodla qaynaq üsulunu ixtira etdi və ixtirasını patentləşdirdi. O, kömür elektrodu polad elektrodla əvəz etdi, səthini isə posa (şlak) təbəqəsi ilə mühafizə etməyi təklif etdi ki, bu da qaynağın keyfiyyətinin artmasına imkan verdi. Bernardosun iri akkumulyator batareyası əvəzinə o, min amperlik qaynaq generatorunu yaratdı. Beləliklə, Slavyanov həm də ilk qaynaq aparatını hazırladı.

Sonra onilliklər boyu mühəndislər yeni transformatorlar, generatorlar, elektrodlar və onlar üçün tutqaclar ixtira etmişlər. Qaynaq və kəsmə üçün yanar qazlar və onların qarışıqlarından istifadə etmək cəhdləri XX əsrin əvvəllərinə təsadüf edir. İlk asetilen-oksigen qaynaq başlıqları fransız mühəndis E.Fuşe tərəfindən hazırlanmışdır.

Birinci dünya müharibəsi dövründə qaz qaynağı daha çox inkişaf etmiş və 30-cu illərin əvvəllərində qaynaq işləri istehsalında aparıcı rol oynamışdır. 1926 – 1935-ci illərdə qaz qaynağı ilə Bakı – Batumi magistral boru kəməri inşa edilmişdir.

Elektrik qövs qaynağı prosesi ötən dövrlərdə böyük bir inkişaf yolu keçmişdir. Bu prosesin mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması məsələləri həmişə mühəndis və alimləri düşün-

dürmüşdür. Bu problem ötən əsrin 40-cı illərində Ukrayna alimi, akademik Y.O.Paton tərəfindən həll olundu. Onun rəhbərliyi ilə flüs altında avtomatik qaynaq üsulu yaradıldı.

Sonrakı dövrdə metalların qaynaq edilməsinin daha məhsuldar növləri yaradıldı (elektrikposa, diffuziyalı, kontakt qaynağı və s.). Bu üsullar qaynaq istehsalının dünyada aparıcı yerlərdən birini tutmasına imkan verir. Sürtünmə, lazer, ultrasəs ilə qaynaq XX əsrin böyük nailiyyətləridir.

7.2. Boru kəmərlərinin çəkilişi zamanı qaynaq işlərinə qoyulan tələblər

Magistral neft və qaz kəmərlərinin etibarlı və təhlükəsiz istismarını təmin etmək üçün ilk növbədə boru kəmərlərinin tikintisi zamanı qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətli yerinə yetirilməsi tələb olunur. Məhz bu səbəbdən boru kəmərlərinin tikintisi zamanı qaynaq texnologiyalarına və materiallarına böyük diqqət yetirməlidir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı istifadə olunan materiallar - boru, dirsək (əymə), üçlük və s. mövcud standartlar, texniki şərtlər və normativ texniki sənədlərin tələblərinə cavab verməlidir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi üçün istifadə edilən materialların istehsalçı zavod tərəfindən verilən sertifikatları olmalıdır. Əks halda onlardan boru kəmərlərin tikintisi zamanı istifadə edilməsinə icazə verilmir. Boru kəmərlərinin tikintisində poladlardan istifadə olunur.

Cədvəl 7.1-də neft-qaz kəmərlərinin tikintisində istifadə olunan boruların hazırlanması üçün ГОСТ 20295-85 (Rusiya) və API-1104 (Amerika) standartları əsasında istehsal olunan və müxtəlif möhkəmlik siniflərində təsnif edilən polad markaları haqqında məlumatlar öz əksini tapmışdır.

**Magistral boru kəmərlərinin tikintisində tətbiq olunan
boruların istehsalı üçün istifadə olunan
poladlar haqqında məlumat**

Poladın markası	ГОСТ 20295-85-ə görə möhkəmlik sinfi	API - 1104 üzrə təsnifatı	Axma həddi, MPa	Dağılmada müvəqqəti möhkəmlik, MPa
		Grade A	30 (207)	48 (331)
		Grade B	35 (241)	60 (413)
St 20	K 42		36 (245)	60 (412)
		X42	42 (289)	60 (413)
		X46	46 (317)	63 (434)
12 Q2S	K50		50 (345)	70 (485)
13 QS	K52		51 (353)	74 (510)
		X52	52 (358)	66 (455)
17 Q1S-U	K 52		53 (363)	74 (510)
		X56	56 (386)	71 (489)
13 Q1S-U	K 55		58 (402)	78 (539)
		X60	60 (413)	75 (517)
09Q2FB	K 56		61 (421)	80 (550)
10 Q2FB	K 60		64 (441)	85 (588)
		X65	65 (448)	77 (530)
10 QFB	K 60		67 (461)	85 (588)
		X70	70 (482)	82 (565)

Poladın mühüm qaynaq göstəricilərindən biri onun karbon ekvivalentliyi (C_e) ilə müəyyən olunur. Belə ki, boru kəmərlərinin tikintisində tətbiq edilən boruların istehsalında karbon ekvivalenti 0,44-dən böyük olan poladlardan istifadə olunmur.

Boru kəmərlərinin tikintisində, əsasən aşağıdakı elektrik qövs qaynağı üsullarından istifadə olunur.

- örtüklü elektrodlarla əl ilə qövs qaynağı üsulu;
- mühafizə qazları mühitində yarıavtomat qaynaq üsulu.

- mühafizə qazları mühitində avtomat qaynaq üsulu;
- flüs altında avtomat qaynaq üsulu.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisində əsasən əl qövs qaynağı və mühafizə qazı mühitində yarımavtomat qövs qaynağı üsullarından istifadə olunur. Qaynaq üsulundan asılı olaraq, qaynaq materialı, elektrod, qaynaq məftili, mühafizə qazı və s. seçilir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisində qaynaq materiallarının düzgün seçilməsi qaynaq işlərinin məhsuldarlığına və qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Boru kəmərlərinin tikintisində selüloz və əsas örtüklü elektrodlardan istifadə olunur. Magistral boru kəmərlərinin qaynaq edilməsində sellilöz tipli elektrodlardan istifadə edilməsi daha əlverişlidir. Belə ki, bu tipli elektrodlarla qaynaq zamanı haşiyələrin əriməsi tam təmin olunur və nəticədə keyfiyyətli kök tikişi alınır. Yarımavtomat üsulla qaynaq zamanı qoruyucu qaz kimi karbon qazından (CO_2) və qarışıq qazlardan ($80\% Ar + 20\% CO_2$) istifadə edilir.

Boru kəmərlərinin qaynağı üçün qaynaq məftili kimi *FOCT 2246-70* üzrə *Cb-08 QS, Cb 08 Q2S, AWS A 5.18* standartı üzrə isə *ER – 70S* istifadə olunur. Boru kəmərlərinin qaynaq edilməsi üçün tətbiq edilən elektrodlar haqqında məlumatlar cədvəl 7.2-də göstərilmişdir.

Qaynaq elektrodlarının saxlanması və daşınması zamanı onların keyfiyyətinə zərər dəyməməlidir. Əsas örtüklü elektrodlar istifadə olunmazdan əvvəl quruducu sobada $300^{\circ}C - 350^{\circ}C$ temperaturda 2 saat qurudulmalıdır. Qaynaq zamanı isə termopenalda $70^{\circ}C - 100^{\circ}C$ temperaturda saxlanılmalıdır.

Oksigen və propan qaz balonlarının daşınması və saxlanması zamanı uyğun standartların tələblərinə ciddi riayət olunmalıdır.

**Boru kəmərlərinin qaynaq edilməsində istifadə edilən
bəzi elektrodlar haqqında məlumat**

Boru metalının normativ müvəqqəti müqaviməti, MPa	Elektrodun təyinatı	Standart üzrə elektrodun tipii		
		ГОСТ 9467-75	AWS A5.1 AWS A5.5	EN 499
≤ 550	Boru kəmərlərində qaynaq birləşmələrinin kök itkisi üçün	G 46 A-Ü	E 6010	E 382 C21
≥550≤ 600		G 50 A-B	E 7016	E 422 B42 H5
> 600		G 46 A-Ü	E 6010 E 7010	E 422 C25
≤ 550		G 50 A-B	E 7016	E 422B 42 H5
≥550≤ 600	İsti gediş qaynaq tikişləri üçün	G 50 A-Ü	E 7010	E 422 C 25
> 600		G 50 A-Ü	E 7010	E 422 C 25
≤ 550		G 55-Ü	E 7010	E 46 41 Ni C25
≥550≤ 600	Doldurma və qapaq (üz) qaynaq tikişləri üçün	G 50 A-Ü	E 8010	E 42 2C 25
≤ 550		G 50 A-B	E 7010	E 422B 4 2 H5
		G 50 A-Ü	E 7018	E 42 2 C 2 5
		G 50 A-B	E 7018	E 42 2B 4 2 H5
≥550≤ 600		G 55 A-Ü	E 8010	E 46 41 Ni C 2 5
> 600		G 55 A-B	E 8018	E 46 5 1 Ni B 4 H5

7.3. Qaynaq işlərinin görülməsinə hazırlıq və qaynaq işinin təşkili

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı qaynaq işlərinin yerinə yetirilməsi üçün mövcud standartlar, layihə sənədləri və sifarişinin tələbləri əsasında işlərin icra ardıcılığı və qaynaq spesifikasiyası hazırlanır. Qaynaq proseduru *CHuP III-42-80*, *BCH 006-89*, *API 1104-99* standart sənədlərinə və digər rəqlament sənədlərinə əsasən hazırlanır.

Qaynaq proseduru spesifikasiyası tikinti istehsalı sahəsində yerinə yetirilən bütün növ qaynaq birləşmələri üçün hazırlanmışdır:

- xətti hissə üçün qaynaq proseduru;
- seksiya birləşmələri üçün qaynaq proseduru;
- borunun dirsək, üçlük (əgər poladın markası və divarının qalınlığı dəyişilərsə) birləşmələrinin qaynaq proseduru;
- təmir işlərinin aparılması üçün qaynaq proseduru.

Qaynaq prosedurunun hazırlanması zamanı boru birləşmələrində tikinti sahəsindəki qaynaq şəraitinə uyğun yoxlama (test) qaynağı yerinə yetirilir. Boru kəmələrinin tikintisi üçün işlənmiş qaynaq proseduru spesifikasiyası borunun tam uzunluğu boyu tikinti obyektindəki şəraitə uyğun yerinə yetirilməli və nəzarətdən keçməlidir. Nəzarət-yoxlama prosesi (kvalifikasiya) zamanı aşağıdakı göstəricilər nəzərə alınmalıdır:

- borunun diametri, divarının qalınlığı, poladın markası, boruların möhkəmlik sinfi;
- boruların tinlərinin hazırlanmasına qoyulan tələblər (formasını, ölçüləri və s.);
- istifadə olunan mərkəzləşdiricinin növü (xarici və ya daxili);
- istifadə edilən qaynaq materiallarının tipi, markası, diametri, qoruyucu qaz (elektrodun qaynaq məftilinin);
- qaynaq materiallarının hazırlanması üçün tələblər;
- qaynaq prosesinin əsas parametrləri (cərəyanın növü və gücü, gərginlik, qütblülük, qaynağın istiqaməti və sürəti və s.);
- qaynaq olunan borunun vəziyyəti (şaquli və ya üfqü);
- boru kənarlarının qaynaqdan əvvəl qızdırılması, qaynaqdan sonrakı termiki emal.

Qaynaq işlərini reqlamentləşdirən normativ sənədlərin tələblərinə görə boru kəmərlərinin tikinti obyektlərində mütəmadi olaraq qaynaq işlərini yerinə yetirən qaynaqçıların attestasi-

yası keçirilir. Magistrал boru kəmərlərinin tikintisi zamanı qaynaq işlərini yerinə yetirən bütün qaynaqçılar xüsusi yoxlama – sınaq nümunələrində qaynaq tikişləri icra etməlidirlər. Qaynaqçıların attestasiyası sifarişçinin yaratdığı komissiya tərəfindən və Dövlət Nəzarət təşkilatlarının nümayəndələrinin iştirakı ilə həyata keçirilir.

Sınaq qaynaqlarının aparılması zamanı qaynaq birləşmələri: vizual müayinə, mexaniki sınaq, radioqrafik nəzarət üsulları ilə yoxlanılır. Attestasiyada müvəffəq olan qaynaqçılara normativ sənədlərlə müəyyən edilmiş formada sertifikatlar verilir. Sertifikatda qaynaqçının şəxsi məlumatları ilə yanaşı nümunənin poladının markası, borunun diametri, divarının qalınlığı, qaynaq üsulu, elektrodun tipi və markası, qaynağın istiqaməti, fəza vəziyyəti və s. göstərilir.

Boru xəttinin tikintisi zamanı quraşdırma işlərində fasilə yaranarsa, kəmərin daxilinə kənar əşyaların düşməməsi üçün onların açıq qalmış kənarları hər iki tərəfdən bağlanmalıdır. Qaynaq zamanı boru və ya seksiyalar taxta şpalların üzərinə qoyulmalı, borunun alt hissəsi yer səthindən azı 0,6 m hündürlükdə olmalıdır. Qaynaq birləşməsinin yanında yuyulmayan rənglə onun nömrəsi və qaynaqçının damğa nömrəsi qeyd olunmalıdır.

Qaynaq jurnalında yerinə yetirilən qaynaq birləşmələrinin nömrələnməsi layihə cizgilərinə uyğun aparılmalıdır. Qaynaq tikişləri haqqında bütün məlumatlar qaynaq jurnalında qeyd edilməlidir.

Magistral boru kəmərinin tikintisi üçün istifadə olunan qaynaq avadanlıqları (əl ilə qövs qaynağı generatorları, mərkəzləşdiricilər, qaz kəsici alətlər) mövcud standartların tələblərinə uyğun olmalıdır. Qaynaq aparatlarının texniki pasportu və kalibrasiyadan keçməsi barədə sertifikatları olmalıdır. Bütün əlavə ləvazimat və avadanlıqlar işin keyfiyyətli aparılması üçün düzgün seçilməlidir. Qaynaq-quraşdırma işlərinin yerinə

yetirilməsi üçün lazım olan aşağıdakı avadanlıqlar tikinti meydançasında olmalıdır:

- borudüzən;
- qaynaq aparatları və ləvazimatları;
- daxili və ya xarici mərkəzləşdiricilər;
- qaynaq postları;
- boruların qızdırılması üçün avadanlıq və ləvazimatlar;
- oksigen və propan qaz balonları.

Boruların qaynaqdan öncə ilkin qızdırılması təsdiq olunmuş qaynaq proseduruna və spesifikasiyasına uyğun yerinə yetirilməlidir. İlkin qızdırılma temperaturu poladın ekvivalentindən, boru divarının qalınlığından, elektrod örtüyünün tipindən, havanın temperaturundan və s. asılıdır. Qızdırılma boruların birləşdirilən hissələrinin hər iki tərəfindən 75 mm uzunluqda sahədə aparılmalı və qızdırılma temperaturu termo karandaşla yoxlanılmalıdır. Tələb olunan minimal temperatur qaynaq tam sona çatanaqədək saxlanılmalıdır. Bu zaman boruların izolyasiya örtüyü zədələnməməlidir.

7.4. Boru kəmərlərinin qaynaq edilməsi üsulları

Böyük uzunluqlu, kəsilməz magistral boru kəmərləri ayrı-ayrı boruların bir-birinə birləşdirilməsi ilə alınır. Bu birləşmələr möhkəmliyinə görə boru metalının möhkəmliyinə bərabər olmalı və boru kəmərinin hermetikliyini təmin etməlidir. Bu tələblərə daha dəqiq cavab verən birləşmələr qaynaq vasitəsilə yerinə yetirilən birləşmələrdir (qaynaq birləşmələri).

Qaynağın mahiyyəti belədir: birləşdirilən boruların elementar hissəcikləri elə yaxınlaşır ki, bu zaman birləşmənin möhkəmliyini təmin edən atomlararası əlaqə yaranır.

Qaynağın müxtəlif növləri və üsulları mövcuddur. Onların hamısı enerji növündən asılı olmayaraq 3 sinfə bölünür: **termik, termomexaniki və mexaniki qaynaq**. Termik sinfə - əritmə, yəni, birləşdirilən hissələrin istilik enerjisi ilə (qövs, qaz, elektroşlak və s.) yerli əridilməsi ilə, termomexaniki sinfə - istilik enerjisi və təzyiqlə (kontakt, diffuziya və s.) və mexaniki sinfə - mexaniki enerji və təzyiqlə (soyuq, partlayışla, sürtünmə ilə və s.) yerinə yetirilən qaynaq növləri aiddir.

Qaynağın aşağıdakı təsnifat növləri mövcuddur:

Mexanikləşdirilmə və avtomatlaşdırılma səviyyəsinə görə: *əl ilə, mexanikləşdirilmiş və robotların tətbiqi ilə avtomatlaşdırılmış*;

Qaynaq zonasının mühafizəsinə görə: flüs altında, mühafizə edən qazlarda, özü mühafizə edən elektrod məftilindən istifadə etməklə, vakuumda və s.;

Magistral boru kəmərlərinin tikintisinin spesifik şəraitini nəzərə alsaq, onların mərkəzləşdirilmiş enerji mənbələrindən aralı düşməsi, tikinti müddətində boru-qaynaq bazalarının və texnoloji avadanlıqların dövrü olaraq yerdəyişməsi, boruların ölçülərinin və en kəsiklərinin böyük olması sadalanan bütün qaynaq üsullarının heç də hamısının boru kəmərlərinin tikintisi üçün qəbul edilməsinin mümkün olmadığı aydın olur. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı aşağıdakı elektrik qövs qaynağı üsulları tətbiq edilir: əl ilə qövs qaynağı (əriyən elektrodla); flüs altında; mühafizə qazlarında əriyən elektrodla avtomat qövs qaynağı.

Elektrik qövs qaynağı – əridilməklə yerinə yetirilən qaynaq prosesi olub, qızdırılması elektrodla qaynaq edilən məmulat arasında yanan elektrik qövsü vasitəsilə yerinə yetirilir. *Elektrik qövsü* - qazların və materialların yüksək ionlaşmış qarışığında elektrik enerjisi olub, qaynaq prosesində istifadə olunur. Elektrik qövs qaynağında qaynaq tiki-

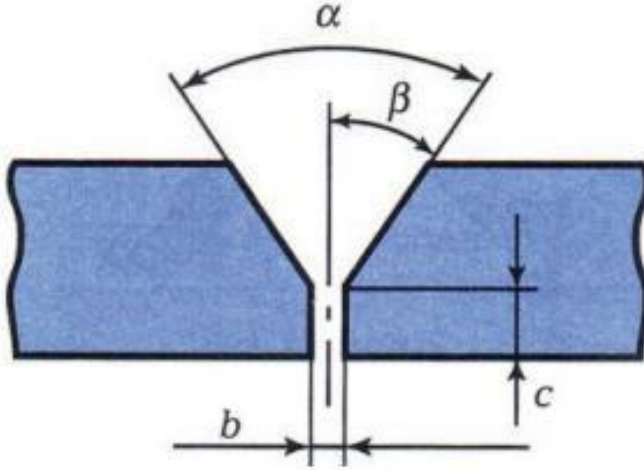
şi qövsdən ayrılan istilik nəticəsində əsas boru və elektrod metallarının birgə əriməsi (qaynaq vannası) və sonradan kristallaşması, yəni maye halından bərk hala keçməsi nəticəsində formalaşır. Qaynaq vannası – qaynaq tikişinin bir hissəsi olub, qaynaq zamanı maye halda olur və bərkliyəndə qaynaq tikişini əmələ gətirir.

Qaynaq qövsünün temperaturu $6\ 000 - 10\ 000^0\text{ C}$ (polad elektrodla qaynaqda) olur. Qövsün qidalanması üçün xüsusi mənbələrdən cərəyan şiddəti $100 - 350\text{ A}$, gərginliyi $25 - 40\text{ V}$ olan elektrik enerjisi istifadə edilir.

Boru kəmərlərinin qövs qaynağının ən sadə üsulu əl ilə qaynaqdır. Prosesdə qaynaq tikişinin perimetri boyu elektrodun $8 - 20\text{ m/saat}$ sürətlə əl ilə yerdəyişməsi yerinə yetirilir. ***Əl ilə qövs qaynağı*** - elektrodun qövsün yanma zonasına əl ilə verilməsi və qaynaq edilən boruların ucları boyu yerdəyişməsi ilə icra edilir. Boru kənarları (ucları - kromka) qaynaq üçün qabaqcadan hazırlanır (şək. 7.1).

Boru kənarlarının həndəsi formasının elementləri (α, β, b, c) qaynaq edilən məmulatın konstruktiv xüsusiyyətlərindən və qaynaq üsulundan asılıdır.

Əl ilə qövs qaynağında qövs elektrod məftili ilə əsas boru metalı arasında yanır. Qövsün istiliyinin təsiri altında elektrod və metal əriyərək metal qaynaq vannası əmələ gətirir. Əriyən metal intensiv sürətdə atmosferdəki qazları udaraq onlarla müxtəlif oksidlər əmələ gətirir ki, bu da metalın möhkəmlik və plastiklik xüsusiyyətlərini aşağı salır. Ona görə də yüksək mexaniki keyfiyyətli qaynaq birləşmələrinin alınması üçün tikişin ərimiş metalı havadan müxtəlif yollarla mühafizə edilir: elektrod örtükləri ilə, flüslə, qoruyucu qazlarla və s.



Şək. 7.1. Boru kənarlarının qaynaq üçün ayrılması (hazırlanması)

α - boru kənarlarının ayrılma bucağı; β - bir kənarın meyillik (çəplik) bucağı; b – birləşən kənarların ara boşluğu (məsafəsi); c -küt kənar hissələr (yonulmamış kənarın bir hissəsi).

Əl ilə elektrik qövs qaynağı əriyən elektrodlarla yerinə yetirilir. Hər bir qaynaq elektrodu uzunluğu 450 mm, diametri 3-5 mm olan azlegirlənmiş və tərkibində cüzi miqdarda ziyanlı qarışıqlar (kükürd və fosfor) olan məftildən hazırlanmış polad mildən və milin səthinə çəkilmiş xüsusi örtükdən ibarətdir. Elektrod örtükləri çoxfunksiyalı əhəmiyyət kəsb edir: qaynaq tikişinin kövrəkliyini azaltmaq üçün onun metalının havadan düşən azot və oksigendən mühafizəsi; qaynaq tikişinin bütün vəziyyətlərində qövsün stabil yanmasının təmin edilməsi; qaynaq tikişinin metalının legirlənməsi və s.

Örtüyünün tərkibinə görə qaynaq elektrodları ftorkalsiumlu və üzvi örtüklü (sellüloz) olurlar. Ftorkalsium örtüklü elektrodlar qaynaq birləşmələrinin kövrək dağılmaya yüksək dözümlülüyünü təmin edir. Lakin bu elektrodlarla kök (birinci qat) tikişini yerinə yetirmək böyük çətinlik yaradır. Ona görə

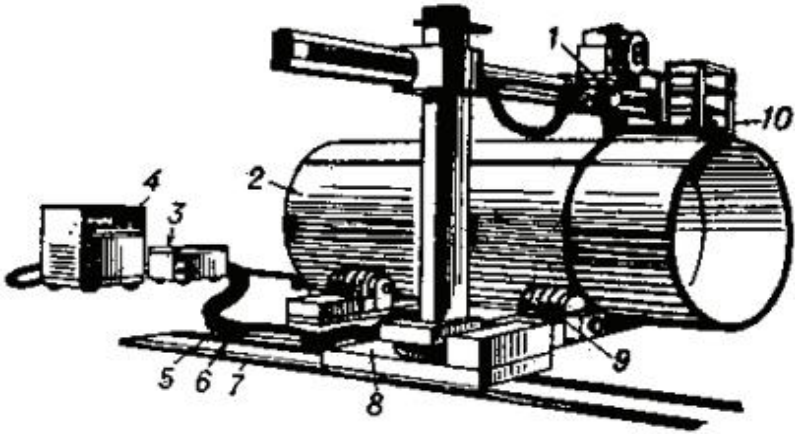
də magistral boru kəmərlərinin qaynaq tikişinin kök qatı üçün sellüloz örtüklü elektrodlardan istifadə edilir.

Qoruyucu qazlarda qövs qaynağı zamanı boru kənarlarının qızdırılma mənbəyi rolunu soplo tərəfindən verilən qaz axını ilə mühafizə olunan qövs oynayır. Qoruyucu qazlarda qaynağın müxtəlif növləri vardır: qoruyucu qazın növünə görə - inert qazlarda (arqon, helium, onların qarışığı) qaynaq, aktiv qazlarda (CO₂, azot, hidrogen) qaynaq, inert və aktiv qaz qarışığında qaynaq; elektrodun tipinə görə - əriyən və əriməyən (volfram); mexanikləşdirilmə səviyyəsinə görə - əl ilə, yarımexanikləşdirilmiş, mexanikləşdirilmiş və avtomatlaşdırılmış qaynaq.

Əl ilə elektrik qövs qaynağı müxtəlif fəza vəziyyətlərində (birləşmə vəziyyəti) – **aşağı, şaquli və yuxarı vəziyyətlərdə** yerinə yetirilir. Əl ilə qövs qaynağının üstünlüyü kimi, bu üsulla dönməyən, yəni borunun fırladılması zərurəti olmadan qaynaq tikişlərinin yerinə yetirilməsinin mümkünlüyünü qeyd etmək lazımdır. Lakin əl ilə qaynaq üsulunun çatışmayan cəhətləri onun yüksək əmək tutumlu olması və qaynaq-quraşdırma işlərinin sürətini təmin etmək üçün çoxsaylı yüksək ixtisaslı qaynaqçıların cəlb edilməsini tələb etməsidir. Hazırda böyük diametrlı magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı digər qaynaq üsulları ilə müqayisədə əl ilə qaynaq üsulunun tətbiqi 47%-ə çatır.

Elektrik qövs qaynağı həm dəyişən, həm də sabit cərəyanla yerinə yetirilir. Lakin çöl şəraitində magistral boru kəmərlərinin qaynağı yalnız sabit cərəyanla icra olunur. Sabit cərəyan mənbələri kimi – xüsusi qaynaq generatorlarından və qaynaq düzləndiricilərindən (qaynaq bazalarında) istifadə edilir. Qaynaq generatorları daxiliyanma dizel mühərriklərinə naqillə qoşulur. Eyni zamanda iki və ya dörd qaynaq postunu elektrik cərəyanı ilə təchiz edə bilən özüyəriyən qaynaq aqreqatlarından da geniş istifadə olunur. Əl ilə elektrik qövs qaynağı edən hər bir post qövsün qida (cərəyan) mənbəyi və iki elektrik kabeli

ilə təchiz edilir. Kabelin birinin ucunda elektrod tutqacı quraşdırılır. Elektrod tutqacı elektrodun bərkidilməsi və ona cərəyanın ötürülməsi üçün nəzərdə tutulur. Şək. 7.2-də qövs qaynağı üçün qaynaq postu göstərilmişdir. Çöl şəraitində özüyəriyən qaynaq postları təşkil edilir.

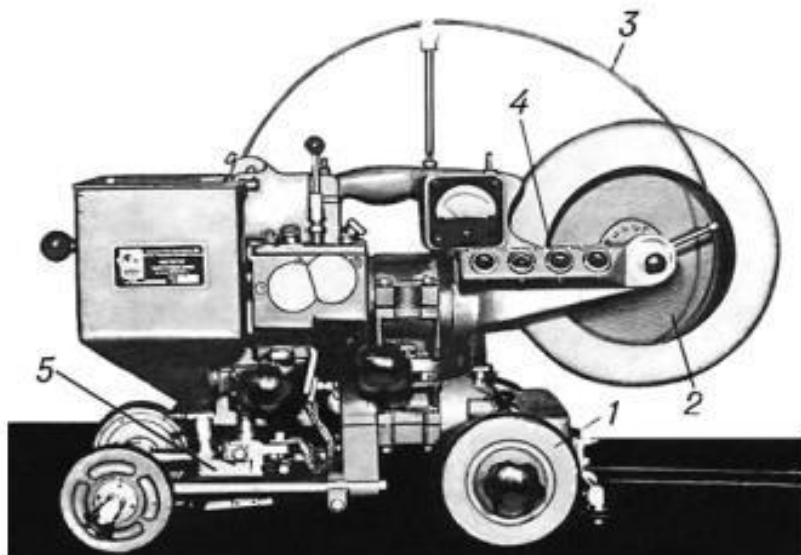


Şək. 7.2. Elektrik qövs qaynağı postu

1- qaynaq aparatı; 2- qaynaq edilən boru; 3- idarəetmə aparatları üçün şkaflar; 4- cərəyan mənbəyi; 5- idarəetmə naqilləri; 6- elektrik naqili; 7- rels; 8- araba; 9-diyircəkili stend; 10- xidmət meydançası.

Qeyd edildiyi kimi, magistral boru kəmərlərinin uzunluqları və tikilmə templəri artdıqca problemin həlli qaynaq prosesinin mexanikləşdirilməsini və avtomatlaşdırılmasını tələb edir. Bu, elektrik qövs qaynağının sürətinin 20-60 m/s-ə çatmasına imkan vermişdir. Qövs qaynağı daşım (özüyəriyən) avtomatla – qaynaq edilən boru kəmərləri boyu yerini dəyişən qaynaq traktoru ilə yerinə yetirilir (şək. 7.3). Traktorun başlığı elektrod məftilinin ötürülməsi mexanizminə malikdir. Başlıq üzərində məftil sarğacı və idarəetmə pultu olan hərəkət edən arabada yerləşdirilmişdir. Qaynaq traktoru enerji mənbəyi, nəzarət apa-

ratları və qaynaq edən vasitələrlə təchiz edilən avtomat qaynaq postunun tərkibinə daxildir.



Şək. 7.3. Qaynaq traktoru

1- hərəkət edən araba; 2- sarğıc; 3-elektrod məftili;
4- idarəetmə pultu; 5- başlıq.

Flüs altında avtomat qaynaq üsulu boru kəmərlərinin tikilməsində geniş tətbiq edilir. Avtomatik qaynaq ilk dəfə ötən əsrin 30-cu illərində Ukraynada, akademik Y.O.Patonun rəhbərliyi altında işlənmiş və 1948-ci ildən magistral boru kəmərlərinin inşasında tətbiq edilir. Bu, ona görə avtomatik qaynaq adlandırılır ki, burada əsas qaynaq prosesləri (qövs zonasına naqilin verilməsi və qövsün zəruri uzunluğunun təmin edilməsi) operator-qaynaqçının müdaxiləsi olmadan avtomatik yerinə yetirilir. Bu qaynaq növünün ikinci fərqli xüsusiyyəti isə ondan ibarətdir ki, qövs xüsusi flüs altında yanır, yəni qaynaq qapalı qövslə yerinə yetirilir.

Flüs altında qapalı qövslə qaynaq prosesi işlərin sürətli görülməsi şəraitində qaynaq tikişlərinin yüksək keyfiyyətlə yerinə yetirilməsini və onların səthinin yaxşı forma almasını təmin edir. Flüsün yaxşı qoruyuculuq təsiri altında qaynaq işinin böyük sürəti 1000 A-dək qaynaq cərəyanının böyük gücündən irəli gəlir. Bu halda elektrod qismində qaynaq məftili fasiləsiz olaraq sarğıcdan diyircəklər vasitəsilə qövsün yanma zonasına daxil edilir, qövsün tikiş boyu yerdəyişməsi isə qaynaq edilən boruların fırladılması ilə yerinə yetirilir. Magistral boru kəmərlərinin tikintisində boruların flüs altında avtomatik qaynağı qaynaq avtomatları ilə həyata keçirilir (şək. 7.4). Avtomatik qaynaq üçün qaynaq başlığının kasetinə doldurulmuş diametri 2-4 mm olan qaynaq məftili və flüsdən istifadə olunur. Flüslər ilkin komponentlərin (qum, əhəng daşı, ferroərintilər və s.) qarışdırılması və sonradan əridilməsi yolu ilə alınır.

Flüs altında avtomatik qaynağın üstünlüyü – prosesin yüksək sürəti və qaynaq birləşməsinin və tikişinin yüksək keyfiyyəti ilə səciyyələnilir. Lakin bu qaynaq növünü yalnız borunu döndərməklə əldə edilən aşağı tikiş vəziyyətində tətbiq etmək olur. Bundan başqa, avtomatik qaynaqla qaynaq tikişinin kök qatını icra etmək mümkün deyil. Ona görə də onu əl ilə və ya digər üsulla işlənmiş hazır tikişdə yerinə yetirirlər. Qeyd edilənləri nəzərə alaraq qeyd etmək olar ki, flüs altında avtomatik qaynaq üsulu, əsasən boru-qaynaq bazasında tək-tək boruları (3 ədəd) döndərmə yolu ilə seksiyada birləşdirmək üçün tətbiq edilir.

Boru kəmərlərinin avtomatik qövs qaynağının müxtəlif növləri tətbiq olunur: qoruyucu qazda qaynaq və xüsusi tozlu qaynaq məftili ilə qaynaq.



Şək. 7.4. Avtomatik qaynaq üçün qaynaq avtomatının ümumi görünüşü

1- qaynaq məftili; 2- flüs üçün bunker; 3- idarəetmə pultu; 4- yeriyən araba; 5- qaynaq başlığı.

Qoruyucu qazda avtomatik qövs qaynağı zamanı qövs zonasına qaynaq vannasını havadan mühafizə edən qoruyucu qaz verilir. Qoruyucu qaz kimi karbon qazı, arqon və onların qarışığı istifadə edilir. Bu qaynaq üsulu da flüs altında avtomatik qaynağa xas olan üstünlüklərə malikdir, onu boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı calaqların bütün birləşmə vəziyyətlərində tətbiq etmək olar.

Tozlu məftillə qaynaq – tozşəkili maddə ilə doldurulmuş metal təbəqədən ibarət qaynaq məftilinin istifadəsi ilə yerinə yetirilir. Bu maddə qaynaq qövsünün dayanıqlığını artırmaq və tikişin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün flüsün oynadığı rolu oynayır. Qaynaq vannasının kristallaşmasını ləngitmək məqsədilə qaynaq başlığı tikişin perimetri ilə aşağıdan yuxarıya 10-20 m/saat sürətlə hərəkət etdirilir. Tozlu məftillə avtomatik qaynaq da qoruyucu qaz mühitində qaynağın üstünlüklərinə malikdir, lakin o boru kəmərinin trasına qoruyucu qazların gətirilməsi zərurətini aradan qaldırır.

Magistral boru kəmərlərinin tikilməsində **elektrokontakt qaynağı** da geniş miqyasda tətbiq edilməkdədir. Bu, təzyiqlə qaynaq üsullarına aiddir. Qövslü qaynaq üsulundan fərqli olaraq təzyiqlə qaynaqda qaynaq tikişi qaynaq edilən konstruksiyanın elementlərinin məcburi yaxınlaşdırılması (sıxılması) ilə formalaşır. Bu prosesdə böyük gücə malik cərəyan (on minlərlə amper) qaynaq edilən elementlərdən və onların arasındakı kontaktdan keçir. Kontaktın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün cərəyan verilməzdən əvvəl qaynaq edilən elementlər ox qüvvələrinin təsiri ilə yaxınlaşdırılır. Cərəyan daxil olan nöqtələrdə, xüsusən də kontakt zonasında əmələ gələn əhəmiyyətli elektrik müqaviməti hesabına böyük miqdarda istilik yaranır ki, onun da hesabına metalın əriməsi və maye metalın və onun buxarlarının ayrılması baş verir. Kontaktda olan səthlərdə yüz minlərlə belə mikroərimələr baş verir və bu, metalın səthlərinin əriməsinə gətirir. Lazımi qızdırma zonası əldə edildikdən sonra qaynaq edilən elementlər hidravlik və ya digər mexanizmlərin köməyi ilə böyük sürətlə bir-birinə yaxınlaşdırılır (çökmə prosesi) və bununla da kontakt zonasında bu elementlərin qaynaq birləşməsi alınır. Çökmə prosesində kənarların yaxınlaşma sürəti 40-50 Mpa təzyiqdə 20 mm/san təşkil edir. Çökmə zamanı boru divarlarının plastik deformasiyası baş verir. Azkarbonlu polad borularda bu deformasiya 40 Mpa təzyiqdə qızdırma zonasında 1100-1150⁰C temperaturda müşahidə olunur.

Qaynaq zamanı tikişin səthində metalın qismən oksidləşmiş və bərkimiş axıntı qalıqları (izafi metal - qrat) çökür. Qaynaqdan sonra həm daxildən, həm də xaricdən bu qəlpəşəkili qratlar qoparılır.

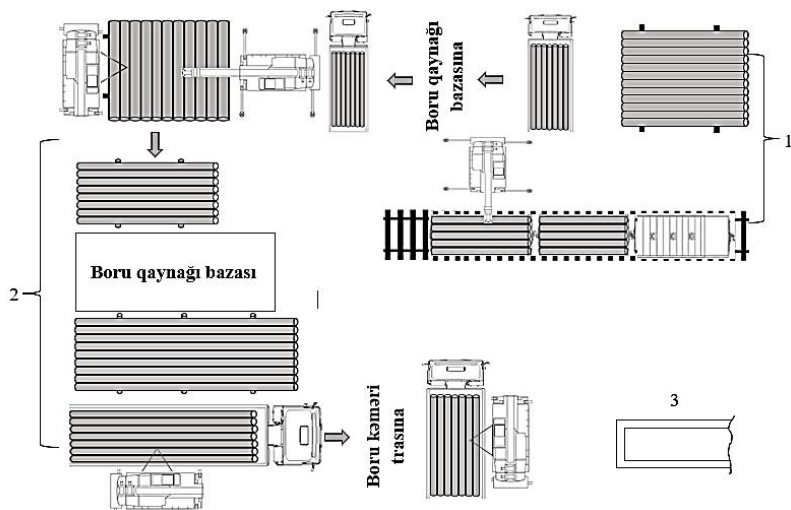
Boruların elektrokontakt qaynağı həm baza şəraitində, həm də bilavasitə trasda, çöl şəraitində yerinə yetirilə bilər. Magistrал boru kəmərlərinin tikintisi zamanı elektrokontakt qaynaq üsulunun əsas üstünlüyü onun yüksək məhsuldarlığıdır. Bu, onunla izah edilir ki, elektrokontakt qaynağı zamanı qaynaq tikişi eyni zamanda borunun bütün həlqəvi en kəsiyi boyu yaranır.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisində qaynaq üsullarından əsasən ikisi tətbiq edilir: flüs altında əl ilə və avtomatik qaynaq. Bununla belə, mexanikləşdirilmiş elektrokontakt qaynaq üsulu da geniş tətbiq edilməkdədir. Bilavasitə trasda boruların dönməyən tikişlərinin qaynağı üçün qoruyucu qazlarda və tozlu məftillə avtomatik qaynaq - perspektiv mexanikləşdirilmiş qaynaq üsulları hesab edilir. Hazırda boruların qaynaq edilməsi üçün elektron-şüa qaynağı, lazer şüaları ilə qaynaq, plazma qaynağı üsullarının tətbiqi imkanları da öyrənilməkdədir.

7.5. Qaynaq-quraşdırma işlərinin texnologiyaları

Tikintisi başa çatan boru kəmərlərinin keyfiyyəti və istismar etibarlılığı əhəmiyyətli dərəcədə yerinə yetirilən qaynaq-quraşdırma işlərindən asılıdır. Ayrı-ayrı borular qaynaq-quraşdırma işləri ilə qırılmaz bir xətdə birləşdirilərək magistrал boru kəmərinə əmələ gətirir.

Həm ölkəmizdə, həm də beynəlxalq təcrübədə qaynaq işlərinin yerinə yetirilməsinin iki mərhələli sxemi tətbiq edilir (şək. 7.5).



Şək. 7.5. Qaynaq işlərinin görülməsinin qaynaq-bazası sxemi

Qeyd edilən sxemin mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir: I mərhələdə yükboşaltma stansiyasından (1) borular birbaşa kəmər trasına deyil, boru-qaynaq bazasına (2) daşınır. Zavodda 12 m-dən az olmayan uzunluqda istehsal olunan borular burada 24-36, bəzi hallarda hətta 48 m uzunluğunda seksiyalar şəklində qaynaq olunur. II mərhələdə boru seksiyaları (pletlər) trasa (3) gətirilir və kəsilməz bir xətdə boru kəməri qaynaq olunur.

Mürəkkəb şəraitlərdə (dağ, bataqlıq, darısqal iş zolağı və s.) kəmərin tikilməsi üçün tras qaynaq-quraşdırma üsulu seçilir. Bu üsul boruların birbaşa kəmər trasına gətirilərək tək-tək qaynaq edilməsini nəzərdə tutur.

Boru kəmərlərinin tikintisi zamanı görülən qaynaq-quraşdırma işləri üç əsas əməliyyatdan ibarətdir: **hazırlıq, qaynaq-quraşdırma və tamamlama işləri.**

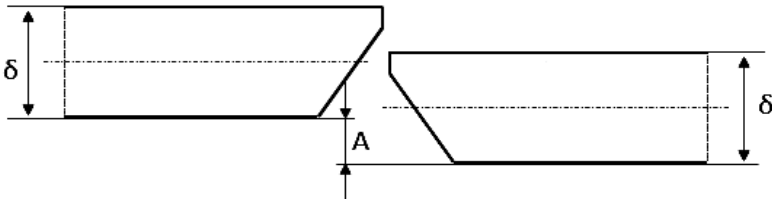
Borular, torpaqdan, palçıqdan, qardan, buzdan və s. təmizlənilir, onların haşiyələri, kənarları və tirlərində baş verən zədələr aradan qaldırılır, divar qalınlıqlarının eyni olmasına nəzarət edilir.

Boruların qaynaq üçün hazırlanması zamanı onların en kəsiyinin oxuna perpendikulyarlığı, kənarların ayrılma bucaqları və kütləşmə dərəcəsi yoxlanılır. Kənarların ayrılma bucağı (α) $60-70^0$, kütləşmə dərəcəsi (c) 2-2,5 mm olmalıdır. Buruların tinlərində haşiyələr emal edilən kənarların tələb olunan forma, ölçü və keyfiyyətini təmin edən mexaniki – qazla kəsmə və digər üsullarla açılır.

Qaynaq edilən boruların divarlarının qalınlıqları arasındakı fərq və ya kənarlarının sürüşməsi boru divarının qalınlığının 10%-dən və 3 mm-dən çox ola bilməz. Borular uc-uca düzülərək onları birləşdirilən kənarları arasındakı ara boşluğu 2-3 mm ola bilər (şək.7.1).

Yığıma-qaynaq prosesindən qabaq birləşdirilən kənarlar uzunluq boyu 15-20 mm hissədə yağ, çöküntü, pas və palçıqdan təmizlənməlidir.

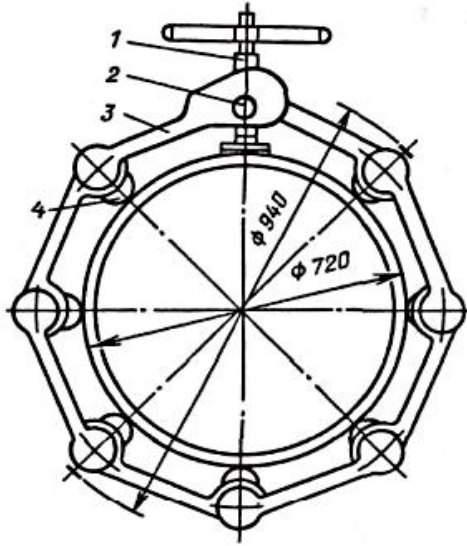
Yığıma-qaynaq əməliyyatları boruların tikişinin yığılmasından və onların qaynaq edilməsi proseslərindən ibarətdir. Qaynaq üçün hazır edilmiş borular quraşdırılmaya təqdim edilir və qaynaq tikişi ilə calaq edilir. O qaynaq birləşməsi calaq hesab olunur ki, qaynaq edilən məmulatların səthləri bir müstəvi üzərində yerləşsin. Xarici diametrləri fərqli olan boruların calaq edilməsi zamanı onların kənarlarının sürüşməsi baş verir. Kənarların sürüşməsi qaynaq edilən boruların tinlərinin səthlərinin uzlaşmamasına səbəb olur. Şək. 7.6-da bu sürüşmə A ilə işarə edilmişdir.



Şək. 7.6. Qaynaq edilən boru kənarlarının sürüşməsinin sxemi

TN və Q-yə görə boruların calağ edilməsi zamanı kənarların sürüşməsi boruların diametrindən asılı olmayaraq 2 mm-dən çox ola bilməz. Bu o deməkdir ki, calağ edilən boruların qaynaqdan qabaq ölçülən perimetrləri arasındakı fərq 12 mm-dən çox olmamalıdır.

Boruların qaynaq üçün yığılması xüsusi avadanlıqlar – mərkəzləşdiricilər vasitəsilə həyata keçirilir (şək. 7.7).



Şək. 7.7. Xarici mərkəzləşdirici

1- sıxıcı vint; 2- dördlük; 3- bərkidici açar; 4- diyircəklər.

Yığılan hazır borular qaynaq edilir. Əsas qaynaq işi bitdikdən, yəni qaynaq tikişi edildikdən sonra tamamlama əməliyyatı – qratın kənarlaşdırılması həyata keçirilir. Qrat borunun həm daxilində, həm də xaricində əmələ gəlir.

Magistral boru kəmərləri tikintisi üzrə qaynaq-quraşdırma işləri illərlə təkmilləşmişdir. XX əsrin ikinci yarısından başlayaraq boru kəmərləri tikintisinin həcmlərinin artması ilə əlaqədar olaraq işlərin təşkili üçün əvvəllər kafi olan sxemlər tikinti-

nin artım templərinə cavab verə bilməmişdir. Əmək məhsuldarlığının artmasına yalnız işlərin müasir prinsiplər səviyyəsində təşkili nəticəsində və qaynaq-quraşdırma işlərinin mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması ilə nail olmaq mümkündür.

Ona görə də əvvəllər hər yerdə tətbiq edilən kəmərin boruların tək-tək qaynaq edilməsi ilə çəkilmə sxemi işin təşkilinin daha səmərəli – boruların uzunluğu 40 m-ə çatan seksiyalarda qaynaq edilməsini nəzərdə tutan boru-qaynaq bazası sxemi ilə əvəz olundu.

Boru-qaynaq bazası boruların mexanikləşdirilmiş qəbulunu, daşınmasını, yığılmasını və qaynaq edilməsini və qaynaq edilmiş seksiyaların daşınaraq anbarlamasını, tras boyu yerdəyişməsinə təmin edən konveyerlərdən ibarət axın xəttidir. Boru-qaynaq bazası boruların yığılı, diyrilənməsi, döndürülməsi və s. işlərini həyata keçirmək üçün lazım olan xüsusi avadanlıq və vasitələrlə təchiz edilir.

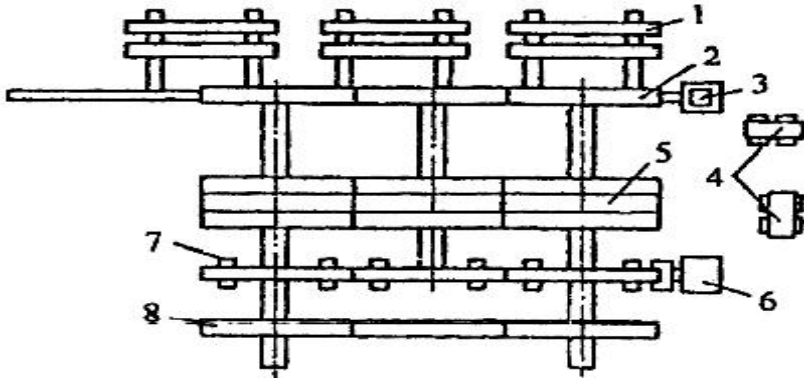
Magistral boru kəmərlərinin tikilməsinin mövcud texnologiyası iki növ bazaların tətbiqini nəzərdə tutur: **yarımstasionar və mobil** (yeri dəyişilən). Mexanikləşdirilmiş bazalarda calaqların dönən birləşmələri flüs altında avtomatik qaynaqla və dönməyən birləşmələri isə elektrokontakt qaynaq üsulundan istifadə etməklə yerinə yetirilir. Bu qaynaq üsullarının tətbiqi əl ilə qaynaq üsuluna nisbətən əmək şəraitinin yaxşılaşdırılmasına, boru-qaynaq bazasında əməliyyatların əmək tutumunun azalmasına, qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinin və etibarlılığının stabilləşməsinə imkan verir. Boru-qaynaq bazaları kəmərtasının uzunluğu 20 – 60 km olan hissələrinə xidmət göstərir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisində qaynaq-quraşdırma işləri zamanı flüs altında avtomatik qaynaq edilən qaynaq bazalarının iki növündən istifadə edilir: yarımexanikləşdirilmiş və tam mexanikləşdirilmiş.

Flüs altında avtomatik qaynaqdan istifadə edilən qaynaq bazaları bir neçə stenddən ibarət olur: birinci stenddə boru tirləri mexaniki emal edilərək avtomatik qaynaq üçün kənarların

ayrılma bucaqları hazırlanır; ikinci stenddə xüsusi hidravlik vasitə - mərkəzləşdiricinin köməyi ilə calağın (tikişin) yığılması yerinə yetirilir. Bu prosesi puldakı operator idarə edir.

Rusiyada tətbiq edilən PAU -600 (yarıavtomatik qurğu) səhra tipli yarımexanikləşdirilmiş boru-qaynaq bazaları iki əsas qaynaq xəttindən və flüs altında avtomatik qaynaq qurğusundan ibarətdir (şək. 7.8).



Şək. 7.8. Boruların flüs altında elektrik qövs qaynağı ilə qaynaq edilməsi üçün PAU -600 səhra boru-qaynaq bazasının sxemi

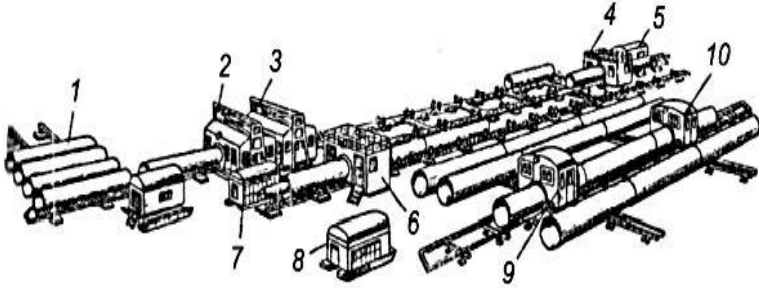
- 1- boruların hazırlanması stelajı; 2- boruların tikişin ilk qatı üçün yığılma stelajı; 3- bucurqad; 4- qaynaq aparatları; 5- aralıq stelaj; 6- boru firladıcı; 7- flüs altında avtomatik qaynaq üçün stelaj; 8- hazır boru seksiyaları üçün stelaj.

Yığma-qaynaq stendində üç tək-tək borudan seksiyaların yığılması və qaynaq tikişinin ilk qatı (kök tikişi) yerinə yetirilir. Tikişin ilk qatı əl ilə qaynaq edilir. Boruların mərkəzləşdirilməsi və yığılması xüsusi vasitələrin – daxili mərkəzləşdiricilərin köməyi ilə yerinə yetirilir. Yığılaraq kök tikişi icra edilən boru seksiyası firladılma yolu ilə avtomatik qaynaq stendinə verilir. Orada qaynaq edilən hazır seksiyalar firladıcı ilə hazır seksiyalar stelajına yığılır.

Qaynaq cərəyanı 600 A olan PAU-600 bazaları diametri 720 mm-dək, 1000 A olan PAU-100 bazaları isə diametri 1420 mm-dək olan boruların qaynaq edilməsi üçün tətbiq edilir.

Yarımmexanikləşdirilmiş səhra qaynaq bazalarının üstünlüyü onların yerinin dəyişdirilməsinin asanlıığı, nisbətən mobil olması, çatışmayan cəhəti isə qismən əl əməyinin tətbiqidir.

Tam mexanikləşdirilmiş qaynaq bazalarında bütün əməliyyatlar mexanikləşdirildiyindən orada belə çatışmazlıq mövcud deyildir. Bu bazalarda tikişin flüs altında avtomatik qaynaqla ikitərəfli (daxili və xarici) qaynaq edilməsi nəzərdə tutulur. Bu məqsədlə boru tinləri xüsusi metal kəsən dəzgahda ikitərəfli (X-şəkilli) formada emal edilir. Hazırda tam mexanikləşdirilmiş bazaların aşağıdakı üç növü tətbiq edilir: BTS-141 (uzunluğu 24 m olan ikiborulu seksiyaların hazırlanması üçün), BTS-142 və BTS-143 (iki və üç borulu seksiyaların hazırlanması üçün). Şək. 7.9-da üç stenddən ibarət (qaynaqdan qabaq boru kənarlarının emalı, ikiborulu və üçborulu seksiyaların qaynağı) BTS-143 boru-qaynaq bazasının sxemi göstərilmişdir. Tikinti üçün daşınan borular stelaja (1) yığılır, sonra boru kənarlarının emalı stendlərinə (2 və 3) daxil olurlar. İkiborulu seksiyanın qaynaq edilməsi üçün kənarları emal edilmiş boru qaynaq seksiyasının (4) sonuna verilir. Sonra bu boruya daxili mərkəzləşdirici vasitəsilə kənarları emal edilmiş ikinci boru birləşdirilərək flüs altında avtomatik qaynaq üsulu ilə daxili və xarici qatların qaynağı yerinə yetirilir. Eyni zamanda üçüncü borunun kənarları emal edilərək üçborulu seksiyanın qaynaq edilməsi üçün stendə (3) verilir. Daha sonra ikiborulu seksiya stendə verilərək o üçüncü boru ilə birləşdirilir, qaynaq tikişinin daxili və xarici qatları icra edilir. Alınan üçborulu seksiya hazır məhsul meydançasına gətirilərək, bazada texnoloji proses təkrarlanır.



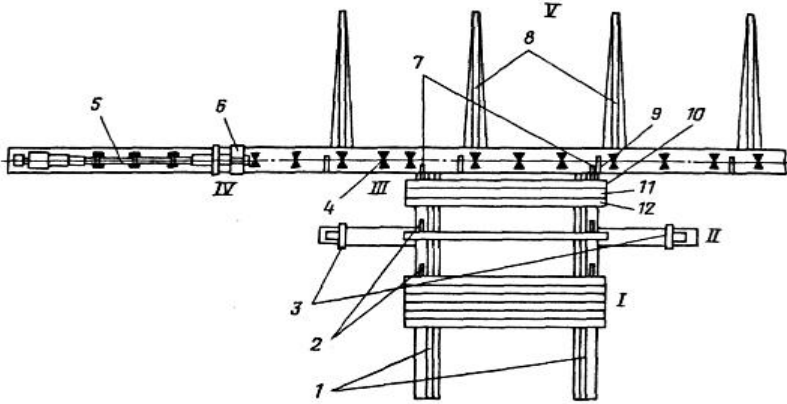
Şək. 7.9. BTS-143 boru-qaynaq bazasının sxemi

- 1- borular üçün stelaj; 2, 3- kənarların emalı üçün stendlər;
 4- boru seksiyalarının qaynağı stendi; 5, 7- qida blokları;
 6- köməkçi blok; 8- elektrik və ya transformator stansiyası;
 9- hazır seksiyalara nəzarət məntəqəsi; 10- üçborulu
 seksiyaların qaynağı seksiyası.

Mexanikləşdirilmiş bazalarda 1420x16,5 mm ölçülü boruların qaynağı zamanı saatda 3,5- dən (BTS-142) 6-dək (BTS-143) tikişin qaynaq edilməsi təmin edilir. Bu bazalarda 1 iş günü ərzində (8 saatlıq növbə) uzunluğu 12 m olan borularla 500 – 850 m boru seksiyaları hazırlamaq mümkündür.

Boruların elektrokontakt qaynağı stasionar və yerini dəyişən qaynaq qurğuları olan bazalarda olduğu kimi, bilavasitə trasda - çöl şəraitində də yerinə yetirilə bilər. Elektrokontakt qaynaq qurğusunun əsasını Ukrayna MEA-nın Y.O.Paton adına Elektrik qaynağı institutu tərəfindən hazırlanmış kontur (həlqəvi) transformator təşkil edir. Qaynaq bazalarında boruların üçborulu seksiyalarda birləşdirilməsi üçün yarımstasionar kontakt qaynağı qurğularından istifadə edilir. Böyük diametrlı boruların qaynaq edilməsi üçün “PLT-141”, “Sever-1”, “Sever-3” qurğularından istifadə edilir. Qaynaq qurğuları boruların mərkəzləşdirilməsi, horizontal vəziyyətdə saxlanması, qaynaq zamanı ox boyu döndürülməsi, daxili və xarici qrətın kənarlaşdırılması işlərini yerinə yetirir. Şək. 7.10-da boruların elektro-

kontakt üsullu ilə qaynaq edilməsi üçün “PLT-141” qurğusunun sxemi göstərilmişdir.

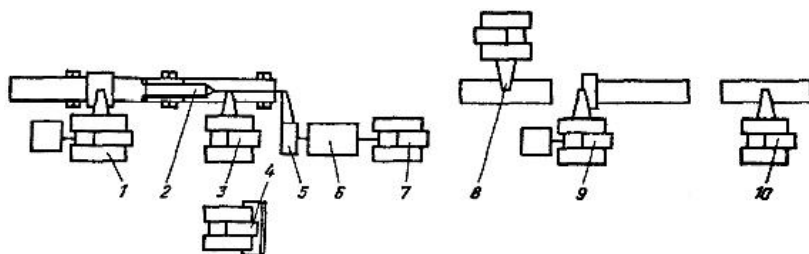


Şək. 7.10. “PLT-141” elektrokontakt qaynaq qurğusunun sxemi

- 1- qəbul stelajı; 2- dayandırıcılar (məhdudlaşdırıcı);
 3- təmizləyici maşınlar; 4- diyircəklər;
 5- ştanqlı daxili qratqırıcılar; 6- asılı qaynaq maşını;
 7- kəsici; 8- hazır məhsul stelajı; 9- yükləyici;
 10-12 – borular; I-V boruların yerləşməsi.

Qaynaq maşınları diametri 500 mm-ə qədər olan borular üçün xaricdən, 1020 mm-ə qədər diametrlı borularda isə daxilə quraşdırılır. PLT tipli qurğularda tikişin mərkəzləşdirilməsi xarici mərkəzləşdirici rolunu oynayan qaynaq başlığının mexaniki sistemi ilə yerinə yetirilir. İki borunun qaynaq edilməsi avtomatik yerinə yetirilir. Qaynaqdan sonra qaynar vəziyyətdə daxili və xarici qrat kənarlaşdırılır. Sonra diyircəklərlə seksiyanın yeri dəyişdirilərək, verilən növbəti boru da qaynaq başlığına bərkidilir, qaynaq edilir və qratdan təmizlənir. Alınmış 36 m uzunluqlu üçborulu seksiya hazır məhsul stelajına verilir.

“Sever” elektrokontakt qaynağı kompleksinin yaradılması həm boru-qaynaq bazasında, həm də trasda qaynaq-quraşdırma işlərinin səmərəliliyini artırmaq və tikintinin yerinə yetirilmə templərinin yüksəldilməsində mühüm rol oynamışdır. Bu qurğu ilə müəyyən ardıcılıqla yerinə yetirilən kompleks işlər həyata keçirilir (şək. 7.11).



Şək. 7.11. Boru kəmərlərinin “Sever – 1” qurğusu ilə qaynağı zamanı avadanlıqların yerləşdirilmə sxemi

- 1- xarici qratin kənarlaşdırılması avadanlığı; 2- qaynaq maşını;
- 3, 8, 10- boru düzənlər; 4- buldozer; 5- idarəetmə pultu;
- 6- yerini dəyişən elektrostansiya; 7- dartqı – traktor;
- 9- təmas zolağının təmizlənməsi aqreqatı.

Borudüzənlə boru və ya seksiyalar tras boyu düzülür. Hazırlıq işləri manqası tərəfindən boruların daxilinin qruntdan, palçıqdan, metal şotka ilə boru tinlərinin pasdan təmizlənməsi, həmçinin, 9 aqreqatı ilə təmas zolağının təmizlənməsi həyata keçirilir. Təmizlənmiş boru 8 borudüzəni vasitəsi ilə qaynaq - quraşdırma manqasına verilir, burada calaq yığılır, 2 daxili qaynaq başlığı (K-700) ilə mərkəzləşdirilir. 5 idarəetmə pultunda operator tərəfindən maşın işə salınır və proses verilən proqrama uyğun olaraq icra olunur. Qaynaq maşını 6 elektrik stansiyasından qidalanır. Qaynaq edilən tikiş soyuduqdan sonra (təxminən 4 dəq.) operator qaynaq maşınının elektrik mühərriki işə salır və o, növbəti tikişin mərkəzləşdirilməsi üçün borunun içərisinə daxil edilir. Onun yerdəyişməsi ilə kəsici vasi-

təsilə daxili qatlar da kənarlaşdırılır. Hər növbəti tikiş üçün elektrik stansiyasının yeri 7 dartqısı vasitəsilə dəyişdirilir. “Sever” qurğusunda işlər 14 nəfərlik briqada tərəfindən yerinə yetirilir.

Cədvəl 7.3-də “Sever qurğularının bəzi xarakteristikaları verilmişdir.

Cədvəl 7.3

“Sever” elektrokontakt qaynaq qurğuları

Qurğunun növü	Qaynaq başlığının növü	Qaynaq edilən boruların diametri, mm	Tələb olunan güc, kV A	Məhsuldarlıq, tikiş/saat
“Sever – 4”	K-810	1420	1500	6
“Sever – 5”	K-830	720-820	800	6-8
“Sever – 1”	K-700	1420	1160	6
“Sever – 3”	K-800	1020-1220	1160	6

Boru-qaynaq bazalarından istifadə etməklə qaynaq-quraşdırma işlərinin təşkili zamanı onun yerləşdiyi ərazi, qaynaq sahəsinin uzunluğu və hazır seksiyaların daşınması üçün bazadan trasa qədər olan məsafə nəzərə alınmalıdır.

Boru-qaynaq bazalarının yeri seçilərkən boru və seksiyaların daşınması üçün nəqliyyat vasitələrinin fasiləsiz işini təmin edən giriş yollarının mövcudluğu, bazanın yerləşdiriləcəyi yerin relyefi, iqlim şəraiti, həmçinin yaşayış məntəqələrinin yerləşməsi, su təchizatı mənbələri və s. nəzərə alınmalıdır. Bazalar, imkan daxilində boru kəməri tikintisinin xidmət olunan sahəsinin mərkəzində yerləşdirilməlidir.

Boru-qaynaq bazasında hazırlanmış 40 m-lik seksiyalar trasa gətirilərək boru kəmərinin kəsilməz xəttində birləşdirilir. Bu, boru kəməri tikintisinin sürətinin əhəmiyyətli surətdə yüksəlməsinə imkan verir. Tras şəraitində qaynaq-quraşdırma işləri zamanı hər calaqla təkrarlanan əməliyyatların (hər bir qatın

qaynaq edilməsi) ixtisaslaşmış briqadalar tərəfindən icra edilməsini nəzərdə tutan axın-bölmə üsulu ilə təşkil edilir. Bu zaman qaynaq-quraşdırma işlərinin tempi, işin məhsuldarlığı və keyfiyyəti artır.

Hazırda trasda boru və seksiyaların kəsilməz xətdə birləşdirilməsi üçün tikişlərin əl ilə elektrik qövs qaynağı üsulu daha geniş tətbiq edilir. Əl ilə elektrik qövs qaynağından istifadə etməklə axın-bölmə üsulunda işlər hazırlıq işləri manqası və ayrı-ayrı qatları qaynaq edən bir neçə qaynaq manqasının yaradılması ilə təşkil olunur.

Əsas qaynaq işlərindən qabaq yığma-mərkəzləşdirmə işləri xarici mərkəzləşdiricilər vasitəsi ilə həyata keçirilir (şək. 7.7).

Calaqların yığılması zamanı qaynaq edilən boruların kəmərin uzununa oxuna uyğun olması, onların daxili səthlərinin üst-üstə düşməsi və ara boşluğun düzgün olması təmin edilməlidir. Boru divarının qalınlığından və elektrodun diametrindən asılı olaraq ara məsafə 1,5-3,0 mm aralığında dəyişə bilər.

Boruların əl ilə qövs qaynağı zamanı qaynaq tikişləri bir neçə qatdan ibarət olur və bu qatların sayı borunun divarının qalınlığından asılıdır (cədvəl 7.4).

Cədvəl 7.4

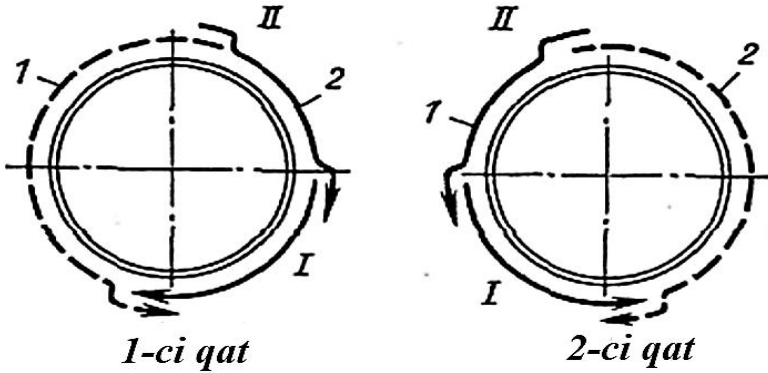
Qaynaq tikişi qatlarının boru divarının qalınlığından asılı dəyişməsi

Boru divarının qalınlığı, mm	4-6	7-11	12-14	15-18	19-22	23-25
Tikiş qatlarının sayı, ədəd	2	3	4	5	6	7

Tikişin ilk qatının (kök qatı) icrası daha çox məsuliyyət tələb edir. Kök qatı fluor-kalsium və ya sellüloz örtüklü elektrodlarla qaynaq edilir. Sellüloz örtüklü elektrodla qaynaq sürəti 15 – 20 m/saat olduqda kök tikişi daha keyfiyyətli olur.

Kök tikişi posadan təmizləndikdən sonra analogi olaraq ikinci, üçüncü və s. qatlar qaynaq edilir. Tikişin xarici (son) qatı - üzlük qatı (üzlük tikişi) adlanır. Tikişin sonrakı qatlarının qaynaq edilməsi üçün müxtəlif qaynaq üsullarından istifadə edilir. Böyük diametrlı boruların qaynaq edilməsi zamanı hər bir qaynaqçı tikiş qatının yarısını (boru çevrəsinin yarısı) qaynağı yuxarıdan aşağıya doğru icra etməklə yerinə yetirir (şək. 7.12).

Qaynaq işləri axın-bölmə üsulu ilə, qaynaqçıların ixtisaslaşma dərəcəsi nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir. Belə ixtisaslaşma qaynaqçıların işində əmək məhsuldarlığının artırılmasına imkan verir.



Şək. 7.12. İki qaynaqçı ilə yuxarıdan aşağıya qaynaq tikişinin iki qatının icrası sxemi

1, 2- qaynaqçıların yerləşməsi; I, II- tikiş qatlarının icra edilmə ardıcılığı.

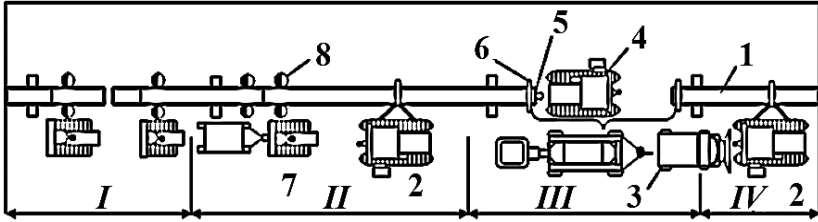
Qaynaq-quraşdırma işləri bir neçə axından ibarət ixtisaslaşdırılmış axın (briqada) vasitəsi ilə yerinə yetirilir. İxtisaslaşmış axına aşağıdakı axınlar daxildir: boru seksiyalarının yığılmaya hazırlanması – boruların seçilməsi, daxili səthinin təmizlənməsi, boru tinlərinin əyilmiş yerlərinin düzləndirilməsi; boru seksiyalarının hazırlanması – boru kənarlarının təmizlənməsi

və onların quraşdırma yerinə verilməsi; calaqların yığılması və kök tikişinin icra edilməsi; tikişin sonrakı (doldurucu) qatlarının qaynaq edilməsi; tikişin üzlük qatının vurulması.

Hər bir qatın qaynaq edilməsi üçün tələb olunan qaynaqçı sayı boru kəmərinin diametrindən asılıdır və 2-4 nəfər arasında dəyişir. Boru və boru seksiyalarının qaldırılması və yerinin dəyişdirilməsi borudüzənlər vasitəsilə yerinə yetirilir. İxtisaslaşmış axının tərkibinə, həmçinin çoxpostlu özüyəriyən qaynaq qurğuları və emalatxanalar daxildir (şək. 7.13).

Dağlıq rayonlarda, bataqlıq ərazilərdə, su maneələrinin keçidlərində magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı trasın mürəkkəbliyi qaynaq-quraşdırma işlərinin yerinə yetirilməsində əlavə tələblər qoyulur.

Dağlıq rayonlarda şaquli və üfüqi döngələrdə əyrixətli hissələrin yaranması ilə əlaqədar olaraq, qaynaq-quraşdırma işlərinin sərt uzununa yamaclarda aparılması zərurəti yaranır. Ona görə də çətin keçilən ərazilərdə qaynaq-quraşdırma işlərinin həyata keçirilməsi üçün daha mükəmməl texnologiyalar tələb olunur.



Şək. 7.13. İxtisaslaşmış qaynaq-quraşdırma axını

- I- doldurucu və üzlük tikişlər; II- calaqların yığılması və tikişin ilk qatının (kök) qaynaq edilməsi; III- tikişlərin qızdırılması; IV- yığılmaya hazırlıq; 1- boru kəmərinin seksiyaları; 2- borudüzən; 3- traktor; 4- buldozer; 5- daxili mərkəzləşdirici; 6- boru tinlərinin hazırlanması üçün avadanlıq; 7- yerini dəyişən qaynaq qurğusu; 8- qaynaq postları.

Dağ şəraitində qaynaq-quraşdırma işləri tras hissəsinin mürəkkəbliyindən asılı olaraq, aşağıdakı texnoloji sxemlər üzrə yerinə yetirilir:

- **axın-bölüşdürmə sxemi ilə** – sakit relyefdə. Boru kəmərinin yığılması və qaynaq edilməsi xəndəyin qaşında yerinə yetirilir (xəndəyin rəfdə və ya əsas qruntda qazılmasından asılı olmayaraq);

- **fasiləsiz sxemlə** - boru kəmərinin planda çoxsaylı dön-gələri olan sərt yoxuş və eniş hissələrində. Boru kəmərinin yığılması və qaynaq edilməsi həm xəndək qaşında, həm də bila-vasitə onun içərisində yerinə yetirilir.

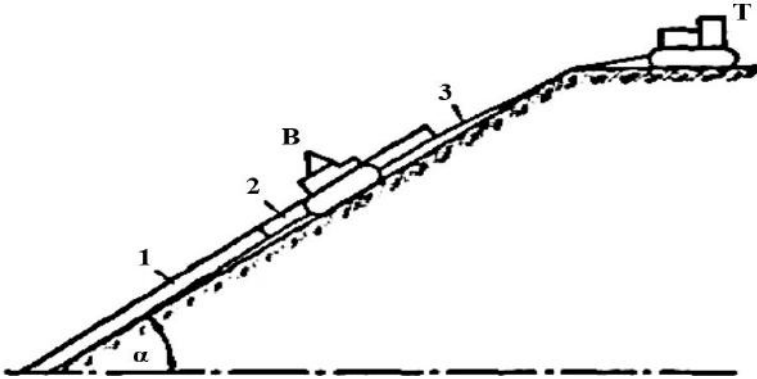
Təcrübədə axın-bölüşdürmə sxemi kifayət qədər geniş istifadə olunur. Bu üsulda boru kəmərinin çəkilməsi iki manqadan ibarət briqada tərəfindən həyata keçirilir. Birinci manqa boruları mərkəzləşdirərək qaynaq nöqtələrini (qaynaq sancağı) vurur, ikincisi isə tikişləri qaynaq edir. Belə sxem normal şəraitlərdə qaynaq-quraşdırma işlərinin yüksək templərini təmin etsə də, dağ şəraitində onun icrası heç də həmişə mümkün olmur. Onun tətbiq edilməsində əsas maneə trasın mürəkkəbliyi səbəbindən yığım və qaynaq əməliyyatlarının bölüşdürülmə imkanının qeyri-mümkünlüyüdür. Lakin rəflərin hazırlandığı və uzununa mailliyin $10-12^{\circ}$ olduğu sıldırım sahələrdə axın-bölüşdürmə üsulunun tətbiqi özünü doğruldur.

Mailliyi $12-15^{\circ}$ olan yoxuş və enişlərdə, uzununa maillikli və planda dönmələri olan rəflərdə, trasın çoxsaylı əyilmələri olan sahələrində növbəti borunun və ya seksiyanın birləşdirilməsi yalnız tikişin tam (və ya azı 2 qatının) qaynaq edilməsi şərtilə mümkündür. Boru kəməri boru və ya seksiyaların əyilən hissələrinin hazırlanmış xəndəyin faktiki profilinə və planına uyğun olaraq ardıcıl birləşdirilərək fasiləsiz qaynaq edilməsi yolu ilə çəkilir. Belə quraşdırma texnologiyası xəndəkdə əlavə qazıntı aparmadan boru kəmərinin düzülməsi üçün ən uyğun variantı təmin edir.

Təsvir edilən texnologiyanın (fasiləsiz sxem) tətbiqi trasın relyefinin istənilən uzununa və eninə mailliklərində qaynaq-quraşdırma işlərinin yerinə yetirilməsinə imkan verir. Fasiləsiz quraşdırma sxeminin iki növü mövcuddur: xəndəyin qaşında və bilavasitə xəndəkdə.

Uzununa maillikli hissələrdə qaynaq-quraşdırma işlərinin aşağıdakı üsulları tətbiq edilir: *yuxarıdan aşağıya, aşağıdan yuxarıya və kombinə edilmiş*. Quraşdırmanın bu və ya digər üsulunun tətbiqi uzununa mailliyin ölçüsündən (uzunluğundan), boruların yamacın yuxarsına və ya aşağısına daşınma imkanlarından, yamac səthində qrunun növündən və vəziyyətindən, müvafiq maşın-mexanizmlərin mövcudluğundan asılıdır.

Aşağıdan yuxarıya quraşdırma, seksiyaların yamacın yuxarısında yerləşdirilmiş borudüzənlər və traktorlar (və ya bucurqadlar) vasitəsilə daşınması ilə həyata keçirilir. Yamacda boru kəməri ardıcıl çəkilir. Boru və ya seksiyaların çalaq üçün yığılması bir və ya iki borudüzənlə yerinə yetirilir. Borular xarici mərkəzləşdiricilərlə mərkəzləşdirilir. Bu üsulda boruların quraşdırılma yerinə gətirilməsi və quraşdırılması borudüzənlərlə həyata keçirilir (şək. 7.14).

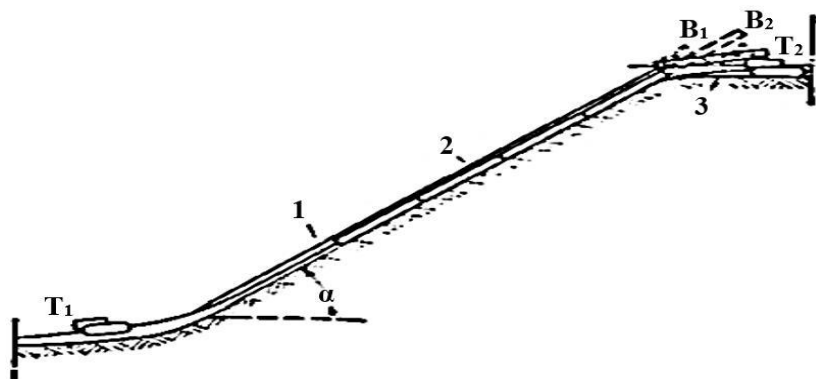


Şək. 7.14. Boru kəmərinin yamacda aşağıdan yuxarıya quraşdırılması sxemi

1- boru kəməri; 2- birləşdirilən seksiya; 3- yakor trosu;
B- borudüzən; T- traktor.

Boru və ya seksiyalar quraşdırma yerinə traktor və ya traktora bərkidilmiş borudüzənlə daşınır, yığılır və qaynaq edilir. Bu sxem boru kəmərinin aşağı sürüşə bilməsini aradan qaldırır və onların mərkəzləşdirilməsini asanlaşdırır. İşlərin rəfdə aparıldığı zaman quraşdırma bir qədər mürəkkəbləşir. Seksiyanı aşağıdan yuxarıya çəkən traktor onu borudüzəndən aşağıda saxlayır və aşağı sürüşməmək məqsədilə bağlayır. Növbəti tikişin iki qatı qaynaq edildikdən sonra borudüzən aşağı düşərək saxlanılan seksiyanı gətirir və quraşdırmanın növbəti tsikli həyata keçirilir.

Boru kəmərinin yuxarıdan aşağıya çəkilməsi sxemi istənilən maillikdə yerinə yetirilə bilər (şək. 7.15). Bu sxem üzrə qaynaq-quraşdırma işlərinin texnologiyası yamacda boru kəmərinin maşın-mexanizmlər olmadan yığılması və qaynaq edilməsinə imkan verir.



Şək. 7.15. Boru kəmərinin yuxarıdan aşağıya quraşdırılması sxemi

Boru və ya iki-dörd borulu seksiyalar yamacın yuxarisında hazırlanmış meydançaya daşınır. Birinci seksiya B_1 və B_2 borudüzənləri ilə yamacın yuxarı başlanğıcında xəndəyə qoyulur və iki trosu ilə bağlanır: T_1 traktorundan 1 trosu, T_2 traktorundan 3 trosu ilə. Yalnız dikdə - boruların sürünmə qüvvələrinin təsirinə baş verən sürüşməsinə saxlamaq üçün lazım olan T_1

traktoru boru kəmərinin üzəşığı çəkilməsini, T_2 traktoru isə onun hər növbəti seksiya calaq edilən zaman baş verə biləcək sürüşmədən qorumasını təmin edir. Birinci seksiya xəndəyə buraxıldıqdan sonra onun yuxarı kənarı ilə B_1 və B_2 borudüzənləri ilə saxlanılan növbəti seksiya calaq edilir. Seksiyaların tikişi qaynaq edildikdən sonra hər iki seksiya dartılır; sonra hər dəfə boru kəməri seksiyaların uzunluğunu boyu dartılaraq üçüncü və s. seksiya çəkilir. Beləliklə, boru kəmərinin uzununa yamacda olan hissəsi tam quraşdırılır.

35-40⁰ mailliyi olan yamaclarda qaynaq-quraşdırma işlərinin yerinə yetirilməsi daha böyük çətinliklər törədir. Belə hallarda quraşdırma işləri kombinə edilmiş üsul ilə icra edilir. Borular imkan daxilində mürəkkəb yamacın həm yuxarisına, həm də aşağısına daşınır və qaynaq-quraşdırma işləri bir hissədə yuxarıdan aşağıya, digər hissədə isə aşağıdan yuxarıya istiqamətdə yerinə yetirilir.

Uzununa yamacda izolyasiya işlərinin yerinə yetirilməsi mümkün olmadıqda (maillik $> 45-50^0$ olduqda) boru kəməri qabaqcadan izolyasiya edilmiş və futerovka olunmuş boru və ya seksiyalardan quraşdırılır. Bu zaman da boru kəmərinin çəkilməsi iki istiqamətdən – aşağıdan yuxarıya və yuxarıdan aşağıya həyata keçirilir. Hər iki sxemdə tikinti elə təşkil edilməlidir ki, dik sahələrdə qaynaq-quraşdırma işləri aparılmasın.

Aşağıdan yuxarıya çəkiliş hər sonrakı izolyasiyalı borunun (və ya seksiyanın) yamacın aşağısında calaq edilərək qaynaq edilməsi və birləşdirilən boru kəməri hissəsinin yuxarı dartılması ilə həyata keçirilir. Qaynaq tikişi izolyasiya və futerovka edilməlidir. Belə sxemdə 18-20 m uzunluğunda seksiyalardan istifadə edilir. Birləşmə yerində quraşdırma meydançası hazırlanır və burada tikiş qaynaq edilir, izolyasiya və futerovka olunur. Qaynaq-quraşdırma işlərinin qeyd edilən sxem üzrə təşkili yamacın yuxarisında yerləşdirilən dartqı vasitələrinin (traktoru, mexaniki və ya elektrik bucurqadının) gücündən asılıdır.

İzolyasiya və futerovka olunmuş borularla boru kəmərinin yuxarıdan aşağıya çəkilməsi yuxarıda baxılmış sxemə analoji qaydada həyata keçirilir. Əlavə olaraq seksiyaları birləşdirən qaynaq tikişinin izolyasiya və futerovka edilməsi icra olunur.

Bataqlıqlaşmış rayonlarda şitlər döşənmiş yolların və ya keçid qabiliyyəti artırılmış qaynaq aqreqlarının mövcud olduğu hallarda da qaynaq-quraşdırma işləri adi üsullarla həyata keçirilir. II və III növ bataqlıqlarda floatasiya (üzmə) üsulundan istifadə etdikdə qaynaq-quraşdırma və izolyasiya-borudüzmə işləri birgə yerinə yetirilir. Su maneələrindən keçidlərin floatasiya üsulu ilə tikilməsi zamanı keçidin sahillərindən birində yaradılan stasionar quraşdırma meydançasında boruların seksiyalarda birləşdirilməsi (qaynaq edilməsi) üzrə bütün qaynaq-quraşdırma işləri yerinə yetirilir. Qaynaq, təmizləmə, izolyasiya və futerovkadan sonra seksiya sulaşmış xəndəklə nəql edilir. Seksiyaların xəndəkdə üzmə dərəcəsinə görə dövrü olaraq sonrakı seksiyalar da birləşdirilərək boru kəməri çəklir.

7.6. Qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarət

Magistral boru kəmərlərinin çəkilməsində ən məsul əməliyyatlardan biri görülən qaynaq-quraşdırma işlərində qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarətin həyata keçirilməsidir. Qaynağın keyfiyyəti dedikdə qaynaq işlərinin yerinə yetirilmə şəraiti və qaydaları, həmçinin texniki tələblərə cavab verən qaynaq birləşmələrinin sayı başa düşülür.

Birinci mərhələdə *əməliyyat nəzarəti* həyata keçirilir. Belə nəzarət magistral neft və qaz kəmərlərinin qaynağının bütün pillələrində həyata keçirilir və bu, onların qəzasız istismarının etibarlı zəmanəti hesab edilir. Əməliyyat nəzarətinə aşağıdakılar daxildir: qaynaq materiallarının (elektrod, qaynaq məftili, flüs və s.) keyfiyyətinin və vəziyyətinin yoxlanılması; boruların qaynaq üçün hazırlanması (kənarlarının ayrılma bucağının ha-

zırlanması, onların təmizlənməsi, keyfiyyətli yığılma və s.); yığım və qaynaq əməliyyatlarının ardıcılığına, qaynaq rejimlərinə və tikişlərin vurulma qaydalarına nəzarət; elektroqaynaq avadanlığının sazlığı və s.

Əməliyyat nəzarətindən başqa magistral boru kəmərlərinin qaynaq birləşmələri *xarici (zahiri) baxış* və *dağıdıcı olmayan fiziki nəzarət üsulları* ilə də nəzarət edilir. Bütün qaynaq birləşmələri xarici baxışdan keçir və bu zaman aşağıdakı qüsurlar aşkar edilir: çatlar, sallanmalar, alt kəsiklər, yanıqlar, qatların qeyri-bərabərliyi və s.

Qaynaq birləşmələrini dağıdıcı olmayan nəzarət üsulları özündə *radioloji, maqnitografik və ultrasəs* üsulları birləşdirir.

Elektrik qövs qaynağı zamanı nəzarət edilən qaynaq birləşmələrinin miqdarı nəzarət üsulundan və boru kəməri hissəsinin kateqoriyasından asılıdır (cədvəl 7.5).

Cədvəl 7.5

Elektrik qövs qaynağı ilə yerinə yetirilən qaynaq birləşmələrinin nəzarət edilən miqdarı

Boru kəməri hissəsinin kateqoriyası	Fiziki üsulla nəzarətə cəlb edilən qaynaq tikişlərinin miqdarı, %		
	Cəmi	O cümlədən	
		Radioqrafik	Maqnitografik və ya ultrasəs
B	100	100	-
I	100	100	-
II	100	25-dən az olmamaqla	qalanı
III	100	10-dan az olmamaqla	qalanı
IV	20-dən az olmamaqla	5-dən az olmamaqla	qalanı
IV (yer səthində və yerüstü çəkiliş)	100	10-dan az olmamaqla	qalanı
Tin qaynaq tikişləri	100	-	100 (ultrasəs üsulu ilə)

I, II, III, IV kateqoriyalı magistral boru kəmərlərinin elektrokontakt üsulu ilə qaynaq edilmiş birləşmələrinin 100%-i fiziki, qaynaq prosesinin avtomatik idarəetmə sisteminin vəziyyətinin yoxlanılması məqsədilə 1%-i mexaniki nəzarət üsulları ilə yoxlanılır.

Mexaniki sınaq nümunələr üzərində dartılma və əyilməyə görə yerinə yetirilir.

Aşağıda magistral boru kəmərlərinin qaynaq birləşmələrinin dağıdıcı olmayan sınaqlarının qısa şərhı verilmişdir.

7.6.1. Maqnitografik üsul. Qaynaq birləşmələrinin maqnitografik nəzarət üsulu qüsurlar (defekt) yerlərində maqnitlənmə zamanı əmələ gələn boş sahələrin aşkar edilməsinə əsaslanır. Əgər yoxlanılan qaynaq tikişində defekt yoxdursa, maqnit şüaları istiqamətini dəyişmədən yayılır. Qaynaq birləşməsində defektlər olduqda, maqnit şüaları istiqamətini dəyişir, tikişin səthinə çıxan boşluq sahəsi yaranır və bu qaynaq tikişinin üzərinə qoyulan maqnit lentdə fiksə olunur. Maqnitografik nəzarət üsulunun köməyi ilə əsas metalının qalınlığı 2-dən 22 mm-dək olan boruların avtomatik qaynaqla flüs altında və ya qoruyucu qaz mühitində yerinə yetirilən qaynaq tikişlərində yol verilən bütün defektləri aşkar etmək mümkündür.

Maqnitografik üsul iki ardıcıl yerinə yetirilən əməliyyatdan ibarətdir:

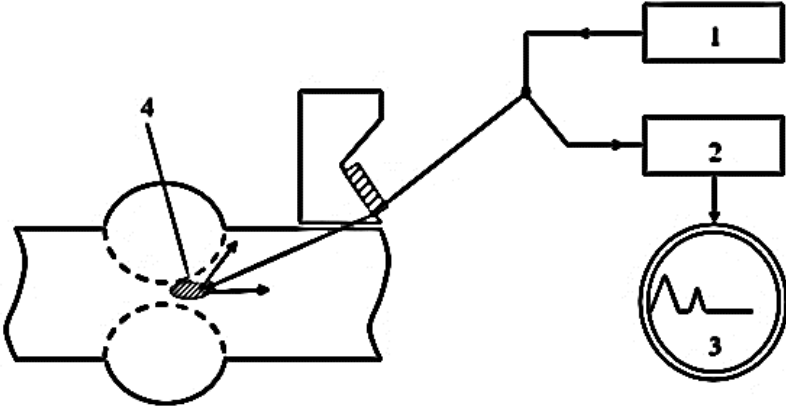
- qaynaq edilən məmulatların xüsusi qurğu vasitəsilə maqnitləşdirilməsi yolu ilə defekt sahələrinin maqnit lentə yazılması;
- maqnitografik dektoskopların köməyi ilə “lent yazısının” baxılması və ya oxunması.

Yoxlamadan qabaq qaynaq birləşməsi palçıq, su, qar, buz, posa qalıqları, metal ovuntuları və s. təmizlənir.

Tikişlərin maqnitlənməsi xüsusi maqnitləşdirici cihazlarla yerinə yetirilir. Həlqəvi qaynaq birləşməsində yoxlanılan tikişin üzərinə maqnit qatlı lent qoyulur və rezin kəmərlə sıxılır. Maqnitləşdirici cihaz tikiş üzərində yerləşdirilir və cərəyan

mənbəyinə qoşulur. Sonra lent tikişdən açılır və “oxunmaq üçün” defektoskopiya laboratoriyasına göndərilir. Qaynaq birləşmələrinin yoxlanılması üçün MD-11Q, MDŞ-2U, MD-30Q, MD-20Q markalı defektoskoplar tətbiq edilir.

7.6.2. Ultrasəs üsulu. Qaynaq birləşmələrinin ultrasəs defektoskopiya üsulu ilə yoxlanılması üçün ultrasəs dalğalarından istifadə olunur. Bu nəzarət üsulu tezliyi 0,8 – 3,5 MHz olan dalğaların metalın böyük dərinliyinə nüfuz etmə qabiliyyəti hesabına birləşmədəki mümkün qeyri metal birləşmələrin və ya boşluqların aşkar edilməsinə əsaslanır. Defektin aşkarlanması üçün 1 generatorundan qidalanan 4 aşkarlayıcısı vasitəsilə ultrasəs dalğaları şüalandırılır (şək. 7.16).



Şək. 7.16. Qaynaq birləşmələrinin ultrasəs defektoskopiyanın sxemi

Defektlə qarşılaşan dalğalar ondan əks olunaraq növbəti impulsar arasındakı fasilədə yenidən aşkarlayıcının lövhəsinə düşür və elektrik dalğalarına çevrilərək 2 gücləndirisinə daxil olur. Sonuncular gücləndirildikdən sonra, alınan siqnalların indikatoru rolunu oynayan 3 elektron-şüalanma trubkasına daxil olurlar. Şüaların trubkanın ekranındakı səpmələrinin (sınımları) görünüşü əsasında defektlərin xarakteri müəyyən edilir. Boru kəmərlərinin qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə ultrasəs

nəzarəti üçün DUK-66P, UD-10P, UD-PPU, DUK-13İM markalı impulslu defektoskoplardan istifadə edilir.

Tras şəraitində və ya boru-qaynaq bazasında magistral boru kəmərlərinin qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün avtomobil şassisində (bazasında) quraşdırılmış avadanlıqlarla təchiz edilmiş laboratoriyalardan istifadə olunur.

7.6.3. Radioqrafik üsul. Magistral boru kəmərlərinin qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə çoxsaylı radioqrafik nəzarət üsulları içərisində rentgenoqrafik və qammaqrafik yoxlama daha geniş tətbiq edilir. Bu üsullar yoxlanılan qaynaq tikişindən keçən ionlaşdırıcı şüalanmanın udulma və dağılması hesabına zəifləməsinə əsaslanır. Qaynaq tikişinin metalı tərəfindən zəiflədilmiş ionlaşdırıcı şüalanma radioqrafik lentdə qeyd olunur. Şüalanmanın təsiri altında lent üzərində foto emal nəticəsində aşkarlanan gizli görüntülər (şəkillər) qalır. Rentgen şüalarının alınma mənbəyi rentgen trubkasıdır. Çöl (səhra) şəraitində boru kəmərlərinin qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün radiasiyadan mühafizə başlığı ilə təchiz edilmiş daşına bilən qamma-defektoskoplardan istifadə edilir: daşına bilən “Magistral” qamma-defektoskopu, AKP-141 avtomatlaşdırılmış kompleksi və s.

Magistral boru kəmərləri tikintisinin inkişafı qaynaq-quraşdırma işlərinin həcmnin artmasına səbəb olmuşdur. Boru kəmərlərinin qaynaq-quraşdırma, mexanikləşdirmə və avtomatlaşdırma proseslərinin hazırkı templəri, işlərin təşkilinin daha mütərəqqi üsullarının tətbiqi nəticəsində bir iş günü ərzində 1,5 km 1420 mm diametrlı boru kəmərinin çəkilməsinə və ya həmin diametrlı 40-50 ədəd qaynaq tikişinin yerinə yetirilməsinə imkan verir.

VIII FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİNTİSİ ZAMANI İZOLYASIYA-BORUDÜZMƏ (DÖŞƏMƏ) İŞLƏRİ

Magistral boru kəmərləri müxtəlif təbii-iqlim və qrunut şəraitlərində quraşdırılır. Qrunta basdırılmış boru kəməri torpaq korroziyasına, yer üstündə çəkilən isə atmosfer korroziyasına məruz qalır. Korroziyanın hər iki halı elektrokimyəvi prinsiplə, yəni boru səthində anod və katod zonalarının yaranması ilə baş verir. Onların arasından elektrik cərəyanının keçməsi nəticəsində anod zonalarında metal dağılır.

Boru kəmərlərinin uzunömürlüliyünü və qəzasız istismarını təmin etmək üçün onlar korroziyadan effektiv və etibarlı üsullarla mühafizə olunmalıdır.

Boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizə edilməsi üçün *passiv* və *aktiv* mühafizə vasitələrindən və üsullarından istifadə edilir. Passiv vasitələrə izolyasiya ötrükləri, aktiv vasitələrə isə elektrokimyəvi mühafizə (katod, protektor və drenaj) aid edilir.

Magistral boru kəmərlərinin yerüstü hissələrinin atmosfer korroziyasından mühafizə edilməsi üçün lak-boya örtüklərindən istifadə olunur. Örtük çəkilməzdən qabaq borunun səthi qrunut, pas və s. çirklənmələrdən tamamilə təmizlənməlidir. Örtüyün konstruksiyası 2-3 qat qrunut (astar) və 2 qat emal və ya lakdan (üz) ibarət olur.

8.1. Boru kəmərlərinin mühafizə örtükləri və onların konstruksiyaları

Magistral boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsi üçün aşağıdakı mühafizə örtüklərindən istifadə olunur: bitum-rezin və ya bitum-polimer lent örtükləri; zavod şəraitində çəkilən polietilen örtüklər; epoksid örtük; lak-boya örtükləri.

Mühafizə örtüklərinin öz vəzifəsini səmərəli yerinə yetirməsi üçün onlar aşağıdakı əsas tələblərə cavab verməlidirlər: yüksək dielektrik xüsusiyyətlərə malik olmalı; sukeçirməz, mexaniki cəhətdən möhkəm, elastik və istiliyə davamlı olmalıdır. Örtük konstruksiyası onun boru kəmərinə çəkilməsi prosesinin mexanikləşdirilməsinə imkan verməli, istifadə olunan materiallar bahalı, defisit olmamalı və uzunömürlü olmalıdırlar. Örtüklər, hazırlanmasında istifadə edilən materiala görə bitum əsaslı, yapışqan polimer lentlə, epoksid polimer və s. olurlar.

Son onilliklərdə bitum materialları əsasında hazırlanmış mühafizə örtükləri yeraltı boru kəmərlərinin xarici izolyasiyasının əsas növü olmuşdur. Bu izolyasiya çoxtəbəqəli konstruksiyaya malik olub, özündə astar, mastika, möhkəmləndirici və mühafizə qatlarını birləşdirir. Astar qatı – bitumun benzinslə qarışığıdır (prayer). Bu qarışıq boru səthinə çəkildikdən sonra benzin buxarlanır, boru səthində metal səthinin mikro nahamarlığını dolduran nazik bitum təbəqəsi qalır. Astar qatı daha dərin kontaktın yaranmasına, yəni əsas mühafizə qatının – bitum mastikasının boru səthinə daha yaxşı yapışmasına xidmət edir. Bitum mastikası - bitum, doldurucular və plastifikatroların qarışığıdır.

Doldurucu qismində rezin ovuntusu (kroşka), kauçuk və polimerdən istifadə olunur. Bu zaman bitum mastikaları bitum-rezin və ya bitum-polimer adlanır. Plastifikator kimi isə transformator yağından istifadə edilir.

Mastikanın hər bir komponentinin öz rolu vardır: bitum – örtüyün zəruri elektrik müqavimətini, doldurucular – mastika-

nın möhkəmliyini, plastifikatorlar - elastikliyini təmin edir. Bitum mastikası boru səthinə 150 – 180⁰C temperaturda çəkilir. Bitum mastikası boruya bir və ya iki təbəqə ilə çəkilə bilər. Sonuncu halda örtüyün möhkəmliyinin artırılması üçün mastika təbəqələri arasında şüşə-pambıqdan möhkəmləndirici sarğı qatı çəkilir. Bitum örtüyünün mexaniki zədələnmələrdən qorunması üçün onun üstü mühafizə sarğısı ilə örtülür. Bitum mastika əsaslı mühafizə örtükləri nəql edilən məhsulun temperaturu 40⁰C-dən çox olmadığı halda tətbiq edilir.

Magistral boru kəmərlərinin tikilməsi təcrübəsində, onların istismar şəraitindən asılı olaraq üç növ mühafizə örtüyündən istifadə edilir: normal, güclü və çox güclü.

Normal izolyasiya – ümumi qalınlığı 3 mm-dən artıq olmayan iki qat mastikadan və kraft-kağız mühafizə təbəqəsindən ibarətdir.

Güclü izolyasiya zamanı dörd qat mastika çəkilir, ikinci və üçüncü qat arasında boruya armaturlaşdırıcı sarğı (rulon-armatur lent materialı ilə) çəkilir. Boruları mexaniki zədələnmələrdən qoruyan xarici mühafizə qatı qismində isə istilikdən yığılan lentlərdən və örtüklərdən istifadə olunur. Belə mühafizə qatının qalınlığı borunun diametrindən asılı olaraq 2,2 – 4,5 mm ola bilər.

Quraşdırılma şəraitinin tələblərinə uyğun olaraq, polad boruların korroziyadan daha etibarlı mühafizəsinin təmin edilməsi tələb olunduğu zaman onların çox güclü izolyasiya növü tətbiq edilir.

Çox güclü izolyasiya – müxtəlif örtük və izolyasiya materiallarının tətbiqi ilə aralıq armaturlaşdırıcı təbəqə çəkilməklə altı qatdan ibarət olur. Belə izolyasiya konstruksiyasının qalınlığı 9 mm-ə çatır. Bu tip izolyasiya həm güclü də istilik mühafizəedici örtük rolunu oynayır.

Mühafizə örtüyünün mexaniki zədələrdən qorunması bükmə – brizol, hidrozol və s. kimi bitum-kauçuk əsaslı rulon materiallarını onun səthinə sarımaqla həyata keçirirlər.

Bitum örtüklərin əsas çatışmayan cəhətlərinə - kiçik temperatur diapazonunda tətbiqi, zərbəyə davamlılığının və sıxılmada dayanıqlılığının az olmasıdır.

Cədvəl 8.1-də bitum əsaslı örtüklərin konstruksiyaları barədə məlumatlar göstərilmişdir.

Cədvəl 8.1

Bitum-rezin əsaslı mühafizə örtüklərinin konstruksiyaları

İzolyasiyanın növü	Örtüyün konstruksiyası	Örtüyün ümumi qalınlığı, mm	Qalınlıq üzrə xəталər, mm
Normal	Astar, mastika 4 mm, şüşə-pambıq – 1 qat	4	+ 0,3
Normal	Astar, mastika 4 mm, brizol – 1 qat (1,5 mm)	5,5	±0,5
Güclü	Astar, mastika 6 mm, şüşə-pambıq – 1 qat	6	±0,5
Güclü	Astar, mastika 6 mm, brizol – 1 qat	7,5	±0,5
Güclü	Astar, mastika, 3 mm, şüşə-pambıq – 1 qat, mastika 3 mm, brizol - 1 qat	7,5	±0,5
Güclü	Astar, mastika, 3 mm, şüşə-pambıq – 1 qat, mastika 3 mm, şüşə-pambıq – 1 qat	6	±0,5

Aşağıdakı hallarda boru kəmərləri güclü və ya çox güclü izolyasiya edilməlidir: xəndəyə qoyulma şəraitindən asılı olmayaraq diametri 1020 mm və daha çox olan boru kəmərləri; şoranlaşmış torpaqlarda, bataqlıq və sulaşmış ərazilərdə, sualtı keçidlərdə, avtomobil və dəmir yolu keçidlərində, nasos və kompressor stansiyalarının ərazisində çəkilən boru kəmərləri; sıxılmış qazları və ammiyakı nəql edən boru kəmərləri; müxtə-

lif təyinətli boru kəmərlərinin kəşişmələri. Digər bütün hallarda normal izolyasiya tətbiq edilir.



Şək. 8.1. Polimer izolyasiya lenti

Boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizə edilməsi üçün polietilen, polivinilxlorid və digər polimerlərdən hazırlanmış lentşəkilli polimer örtüklərdən geniş istifadə edilir (şək. 8.1).

Tras şəraitində boru kəmərlərinin üzərinə çəkilmiş polimer lent örtüyünün konstruksiyası yapışqanlı qruntdan və qalınlığı 0,6 mm-dən az olmayan polimer izolyasiya lentindən ibarətdir.

Beləliklə, örtüyün ümumi qalınlığı 1,2 mm-dən az olmur. Boruların zavod şəraitində izolyasiyası zamanı izolyasiya lentinin qatları artırılır. Diametri 1420 mm-ə qədər olan neft kəmərlərinin izolyasiyası zamanı örtüyün qalınlığı 1,8 mm-dən az olmamalıdır (2 qat polimer lent və 1 qat qoruyucu sarğı çəkilir). Şək. 8.2-də boru kəmərlərinin polimer lentlərlə izolyasiyası göstərilmişdir.

Hazırda boru kəmərlərinin xarici səthinin izolyasiyası üçün Rusiya istehsalı olan “NK PEL-45”, “Polilen”, “LDP” tipli polimer lentlər, “Polilen O” tipli qoruyucu örtüklər istifadə olunur.

Boru kəmərlərinin izolyasiyası üçün polimer lent istehsalçıları sırasında ABŞ, İtaliya, Almaniya, Yaponiya da aparıcı yerlərdədir.

Polimer lentlərlə izolyasiyanın müsbət cəhətləri ilə yanaşı, həm də bəzi çatışmayan cəhətləri vardır. Müsbət cəhətlərinə - onların zavod və tras şəraitində boruların səthinə çəkilməsinin yüksək texnoloji xüsusiyyətləri, yaxşı dielektrik xassələri, kiçik nəmlik və oksigen keçirmə qabiliyyəti və geniş temperatur diapazonunda tətbiqi, çatışmayan cəhətlərinə isə aşağı səviyyəli biostabiliyi, kifayət qədər böyük zərbəyə davamlılığa malik olmaması misal ola bilər.



Şək. 8.2. Boru kəmərlərinin polimer lentlə izolyasiya edilməsi

Magistral boru kəmərlərinin tras və boru-qaynaq bazası şəraitində bitum-rezin və ya yapışqanlı polixlorvinil lentlərlə izolyasiya edilməklə tikilməsi təcrübəsi göstərir ki, izolyasiya işlərinin kifayət qədər mexanikləşdirilməsinə və qənaətli olmasına baxmayaraq, bu izolyasiya üsulu tras şəraitində boru kəmərlərinin səthinə mühafizə örtüyünün keyfiyyətli çəkilməsini təmin edə bilmir. Bu, hava şəraitinin təsiri, əməliyyatlar üzrə texnoloji nəzarət üsul və vasitələrinin məhdudluğu, həmçinin bitum və lent örtüklərinin kifayət qədər yüksək mexaniki və qoruyucu keyfiyyətlərə malik olmamasından irəli gəlir. Bundan başqa, ekstremal şəraitlərdə istismar olunan (dəniz neft-qaz yataqlarının mənimsənilməsi, dərin su hövzələrində boru kəmərlərinin çəkilməsi və s.) boru kəmərlərinin çəkilməsi və istismarı ilə daha sərt tələblər meydana çıxır.

Boru kəmərələrinin tikilməsində zavod şəraitində izolyasiya edilmiş boruların və yeni izolyasiya materiallarının tətbiqi texniki tərəqqi hesab edilə bilər. Boruların xarici səthinin izolyasiyası prosesinin trasdan zavod şəraitinə köçürülməsi boru kəmərləri tikintisinin templərini yüksəltməklə yanaşı, həm də onların korroziyadan mühafizə edilməsinin keyfiyyətini və etibarlılığını əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan vermişdir. Boruların zavod şəraitində izolyasiyası zamanı işlərin keyfiyyətinə hava şəraitinin təsiri aradan qalxır, əməliyyatlar arası texnoloji nəzarət ardıcıl olaraq yerinə yetirilir. Bundan başqa, izolyasiya örtüklərinin zavod şəraitində çəkilməsi zamanı tras şəraitində reallaşması qeyri-mümkün olan daha müasir izolyasiya materialları və onların boru səthinə çəkmə texnologiyalarından istifadə etmək imkanları yaranır.

Zavod şəraitində boruların xarici izolyasiyası üçün daha çox aşağıdakı örtüklər tətbiq edilir: epoksid; polietilen; polipropilen; kombinə edilmiş lent-polietilen örtükləri. Örtüklərin bu növləri müasir texniki tələblərə cavab verir və boru kəmərələrinin korroziyadan uzun müddətli və etibarlı mühafizəsini təmin edir.

Ayrı-ayrı ölkələrdə zavod örtüklərinin müxtəlif növlərinə üstünlük verilir. ABŞ, İngiltərə və Kanadada epoksid boru örtükləri daha populyardır, Avropada, Yaponiya, Rusiya və Azərbaycanada polietilen əsaslı örtüklər üstünlük təşkil edir.

Son zamanlar magistral boru kəmərələrinin tikilməsində iki və üçqatlı zavod polietilen örtükləri daha geniş tətbiq edilir.

İkiqatlı polietilen örtüyün yerinə yetirilməsi zamanı yapışqanlı qatın çəkilməsi üçün polimer əsaslı termoərimə kompozisiyalarından, xarici qatın çəkilməsi üçün isə polietilen kompozisiyalarından istifadə olunur. Örtüyün ümumi qalınlığı 2,5-3,0 mm təşkil edir. Onlar çox yüksək keyfiyyət göstəricilərinə malik olurlar və zavod boru örtüklərinə göstərilən tələblərə cavab verirlər. Belə örtüklərlə boru kəmərələrinin korroziyadan mühafizəsini 30 ildən artıq müddətdə təmin etmək mümkündür.

Boruların üçqat zavod polietilen örtükləri daha effektiv xarici antikorroziya örtüyüdür. Bu örtük konstruksiyası iki qatlıdan daha bir qatının (üçüncü qat) - epoksid praymer qatının olması ilə fərqlənir. Epoksid qatı örtüyün polada yüksək yapışmasını, suya və katod təbəqələşməsinə davamlılığını təmin edir.

Üçqat örtük Almaniyada işlənmiş və XX əsrin 80-ci illərindən boru kəmərlərinin tikintisində tətbiq olunur. Bu örtük konstruksiyası bu gün də boruların zavod örtüklərinin ən geniş tətbiq edilən növüdür. Zavod şəraitində boruların izolyasiyası təcrübəsində daha bir yenilik polipropilen örtüklərin işlənməsi və tətbiqidir. Avropada polipropilen əsaslı zavod boru örtükləri - istehsal edilən zavod boru örtüklü boruların həcmnin 7-10%-ni təşkil edir. Polipropilen örtüklər istiliyə, mexaniki zərbəyə, sıxılmaya və abraziv aşınmaya yüksək davamlılığı ilə fərqlənir.

8.2. İzolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları

Magistral boru kəmərlərinin tikilmə şəraitlərinin (dağ, bataqlıq, su maneələri, dəniz dərinliyi, daimi donuşluq və s.) müxtəlifliyi, habelə boruların fərqli izolyasiya üsulları (tras, tras-baza və zavod şəraitləri) izolyasiya borudüzmə işlərinin də müxtəlif üsullarının işlənməsini şərtləndirmişdir. İzolyasiya-borudüzmə işləri iki üsulla yerinə yetirilə bilər: birgə və fərdi (ayrılıqda). Birgə üsulda bütün əməliyyatlar (boru səthinin təmizlənməsi, izolyasiya, bitum-rezin möhkəmləndirici qatın qoyulması (sarğı) və ya polimer örtüyünün çəkilməsi və izolyasiya olunmuş boru kəmərinin xəndəyə qoyulması) bir texnoloji axında yerinə yetirilir. Fərdi üsulda əvvəlcə izolyasiya örtüklərinin çəkilməsi əməliyyatları, sonra isə boru kəmərinin xəndəyə düzülməsi yerinə yetirilir. Bu üsulda borular ya zavod şəraitində, ya da trasa yaxın meydançalarda izolyasiya edilərək boru-qaynaq bazalarına daxil olur.

8.2.1. Normal şəraitlərdə izolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları

Normal şəraitlərdə izolyasiya-borudüzmə işlərinin həm birgə (kompleks), həm də fərdi üsulları tətbiq olunur.

Keçmiş sovetlər birliyi ərazisində magistral boru kəmərlərinin tikintisində izolyasiya-borudüzmə işlərinin birgə üsulu aparıcı üsullardan biri olduğu üçün müstəqillik illərində də MDB ölkələrində, o cümlədən Azərbaycanda minlərlə kilometr boru kəmərləri məhz bu üsulla inşa edilmişdir.

Birgə üsulda izolyasiya-borudüzmə işləri aşağıdakı maşın-mexanizmlərlə komplektləşdirilmiş izolyasiya-borudüzmə kolonu tərəfindən yerinə yetirilir: lentli asqı ilə təchiz edilmiş borudüzənlər, izolyasiya edən və təmizləyici maşın və ya kombaynlar, boru kəmərinin qurudulması və qızdırılması üçün qurğular (havanın temperaturu mənfi olduqda).

İzolyasiya-borudüzmə kolonuna daxil olan hər bir maşın üzərinə düşən müəyyən funksiyanı yerinə yetirir. Əsas quraşdırma və yükqaldırma maşını borudüzəndir (şək. 8.3).

İzolyasiya-borudüzmə işlərində borudüzənin vəzifəsi təmizləyici və izolyasiya edici maşınları müşayiət edərək, boru kəmərinin xəndəyə qoyulmasıdır.

Boru kəmərinin səthinin təmizlənməsi və ona astar qatının (qrunt) çəkilməsi özüyəriyən təmizləyici (məsələn, OM markalı) maşınlarla yerinə yetirilir. Böyük diametrlı boru kəmərləri üçün OM-121, OM-1422 maşınlardan istifadə olunur. Bu maşınlar boru səthinə metal şotka və ya qaşığıcılarla (borunun oxu ətrafında fırlanmaqla) təmizləyir. Astar qatı üçün bitum tutumdan verilərək lifli materialdan hazırlanmış zolaqla boru səthinə yayılır, sonra təmizləyici maşın boru səthinə quraşdırılır və borunun səthi ilə hərəkət edir.

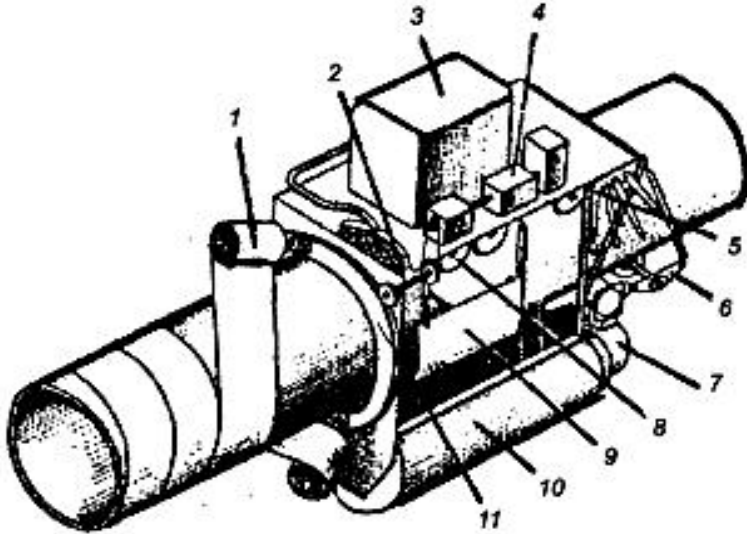


Şək. 8.3. TRYBERG markalı borudüzən (Çin)

Boru kəmərinə mühafizə qatının çəkilməsini izolyasiya maşınları yerinə yetirir. İzolyasiya maşını da özüyəriyən olub, təmizləyici maşın kimi boru səthi ilə hərəkət edərək geniş soplodan bitum mastikanı boru səthinə yayır (şək. 8.4).

Boru kəmərlərinin polimer lentlərlə izolyasiyası üçün eyni zamanda həm təmizləmə, həm də izolyasiyanı yerinə yetirən kombaynlar hazırlanmışdır.

Birgə üsulla izolyasiya-borudüzmə işləri aşağıdakı kimi təşkil edilir. Bir xətdə qaynaq edilmiş boru kəməri xəndəyin qaşında düzülür. Borudüzən diyircəkləri olan asqı ilə (trolley asqısı) borunun sərbəst ucunu qaldırır (şək. 8.5).



Şək. 8.4. Bitum-rezin mühafizə örtüyünün çəkilməsi üçün özüyəriyən izolyasiya maşınının sxemi

1- makara; 2- məhdudlaşdırıcı; 3- mühərrik; 4- transmissiya;
5- idarəetmə dəstəkləri; 6- sıxıcı cihaz; 7- nasos; 8- hərəkətli təkər;
9- qapaq; 10- vanna; 11- bükülən material (sarğı).



Şək. 8.5. Trolley asqıları

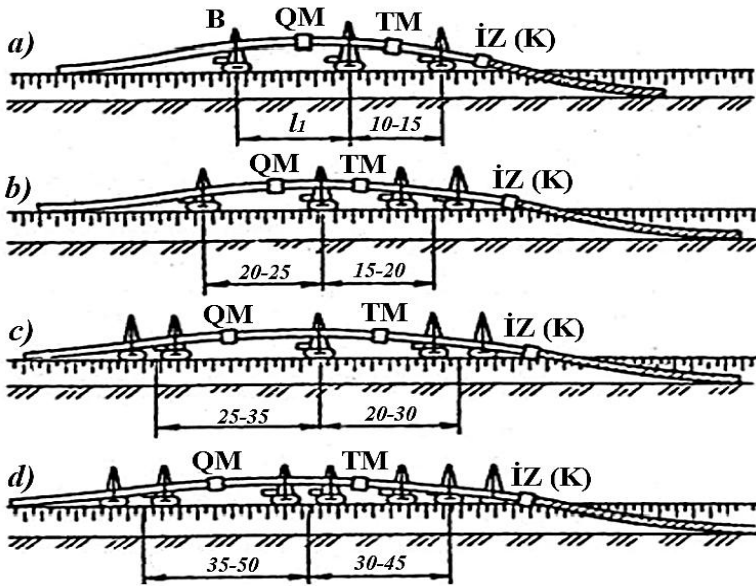
Boru kəməri həmin diyircəklərə söykənir. Diyircəkli asqıların olması borudüzənin eyni zamanda boru kəmərinin həm qaldırılmasını və həm də saxlanmasını təmin edir. Boru kəmə-

rinin qaldırılmış kənarına təmizləyici maşın quraşdırılır. Maşın boru ilə hərəkət edərək onun səthini təmizləyir və praymerin çəkilməsini həyata keçirir. Sonra izolyasiya maşını işə qoşulur. O da borunun ucuna quraşdırılır və yuxarı qaldırılan təmizlənmiş boru hissəsinə izolyasiya örtüyü çəkir. İzolyasiya maşınının sonra boru kəmərinin artıq izolyasiya olunmuş uc hissəsini saxlayan borudüzən onu xəndəyin dibinə yerləşdirir. İzolyasiya-borudüzmə kolonunun fasiləsiz hərəkəti ilə ardıcıl olaraq boru kəmərinin qaldırılma, təmizləmə, izolyasiya və xəndəyin dibinə düzülməsi təmin olunur (şək. 8.6).



Şək. 8.6. Boru kəmərinin xəndəyə düzülməsi

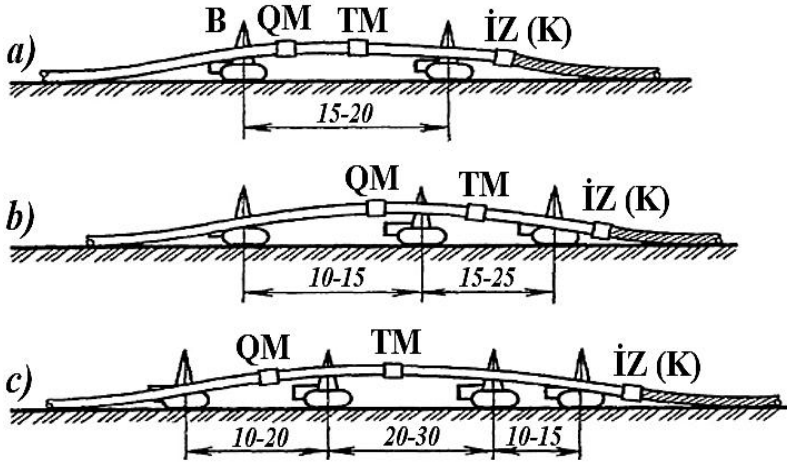
Qaldırılma və xəndəyə düzülmə zamanı boru kəməri müəyyən radiusla əyilə bilər. Lakin bu əyilmə onun dayanıqlığının itməsinə səbəb olmamalıdır. Bu, boru kəmərinin diametrindən asılı olaraq borudüzənlərin sayı, yüklənmə qabiliyyəti və onlar arasındakı məsafə ilə təmin olunur. Bu parametrlər qabaqcadan hesablanmalıdır. Şək. 8.7-də birgə üsulla dayanıqlı qruntlarda və hamar yerdə izolyasiya-borudüzmə işləri zamanı borudüzənlərin yerləşmə sxemi göstərilmişdir.



Şək. 8.7. Müxtəlif diametrlı boru kəmərləri üçün birgə üsulla izolyasiya-borudüzmə kolonunda borudüzənlərin və maşınların yerləşmə sxemi

a) 530 mm; b) 720-820 mm; c) 1220 mm; d) 1420 mm;
 B- borudüzən; İZ (K)- izolyasiya maşını (və ya kombayn);
 TM- təmizləyici maşın; QM-quruducu maşın.

İzolyasiya-borudüzmə işlərinin fərdi üsulunda izolyasiya və borudüzmə işləri ayrı-ayrı vaxtlarda yerinə yetirilir. Əvvəlcə qaynaq edilmiş boru kəməri tras şəraitində izolyasiya edilir və ya zavod şəraitində izolyasiya edilmiş borular bir xətdə quraşdırılır. Sonra boru kəməri xəndək qaşında düzülür, daha sonra isə xəndəyə endirilir (şək. 8.8).



Şək. 8.8. Müxtəlif diametrlı boru kəmərləri üçün fərdi üsulla izolyasiya-borudüzmə kolonunda borudüzənlərin və maşınların yerləşmə sxemi

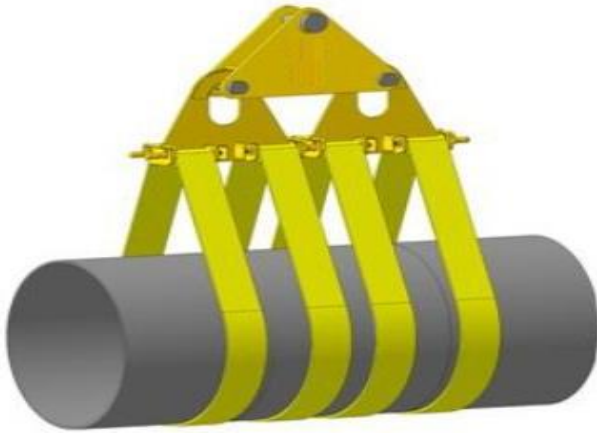
a) 530 mm; b) 720-1020 mm; c) 1220-1420 mm;

B- borudüzən; QM-quruducu maşın; TM- təmizləyici maşın;

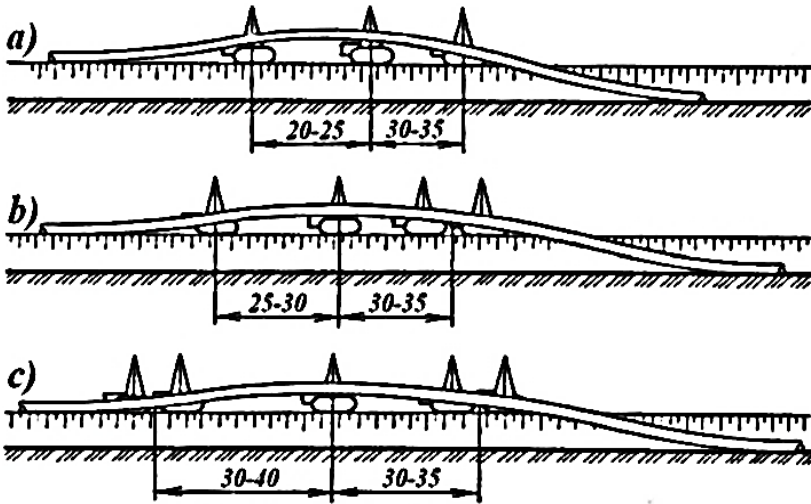
İZ (K)- izolyasiya maşını (və ya kombayn).

İzolyasiya edilmiş boru kəmərinin xəndəyə düzülməsi onun səthinin zədələnməməsini təmin edəcək tədbirlərə maksimal dərəcədə riayət edilməsi ilə yerinə yetirilməlidir. Bu məqsədlə aşağıdakı az mexanikləşmiş vasitələrdən istifadə edilir: poliuretanla örtülmüş və ya pnevmbalonlarla təchiz edilmiş diyircəkli asqılar; yumşaq quraşdırma lentləri (kantlar) (şək. 8.9). Bu vasitələrin boru kəməri ilə təmasda ola biləcək metal hissələri elastik materialdan olan araqla təchiz edilir.

Tam izolyasiya edilmiş boru kəməri borudüzənlə yuxarı qaldırılır, xəndəyə tərəf yerini dəyişməklə layihə nöqtəsinə düzülür (şək. 8.10).



Şək. 8.9. Boruların yumşaq lentlərlə qaldırılması sxemi



Şək. 8.10. Müxtəlif diametrli izolyasiya örtüklü boru kəmərlərinin xəndəyə düzülməsi sxemi
 a) 720 – 1020 mm; b) - 1220 mm; c) – 1420 mm.

Fərdi sxemdə boru kəməri və ya onun müəyyən bir hissəsi kran-borudüzənlərlə qaldırılır, xüsusi maşınlarla onların səthi təmizlənir, izolyasiya edilir və xəndək qaşına düzülür. Daha sonra izolyasiya edilmiş boru kəməri xəndəyə endirilir. Belə sxemdən torpaq işlərinin vaxt etibarlı ilə qaynaq-quraşdırma işlərindən geri qalması hallarında da istifadə olunur.

8.2.2. Dağ şəraitində izolyasiya – borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi

Dağ massivlərində boru kəmərlərinin çəkilməsi zamanı iş şəraitinin mürəkkəb olması onların tikilmə tempərinə və etibarlılığına təsir göstərir. Magistral boru kəmərlərinin dağlıq ərazilərdə çəkilməsi zamanı aşağıdakı mürəkkəbliklər rast gəlinir: izolyasiya-borudüzmə kolonuna daxil olan maşın-mexanizmlərin eniş və yoxuşlarda işləməsi zamanı aşma ehtimalları; döngələrdə qaynaq tikişlərinin qırılmaması üçün boru kəmərinin sərt olmayan əyilməsini təmin edən hissələrin izolyasiyası.

Dağ şəraitində izolyasiya-borudüzmə işləri axın üsulu ilə həyata keçirilir. Xəndəyin hazırlanması, boru kəmərinin təmizlənməsi və izolyasiyası, futerovkası (zəruri hallarda), xəndəyə düzülməsi, üstünün əks doldurulması ilə bağlı bütün əməliyyatlar bir kompleksdə və ya vahid bir axında yerinə yetirilir.

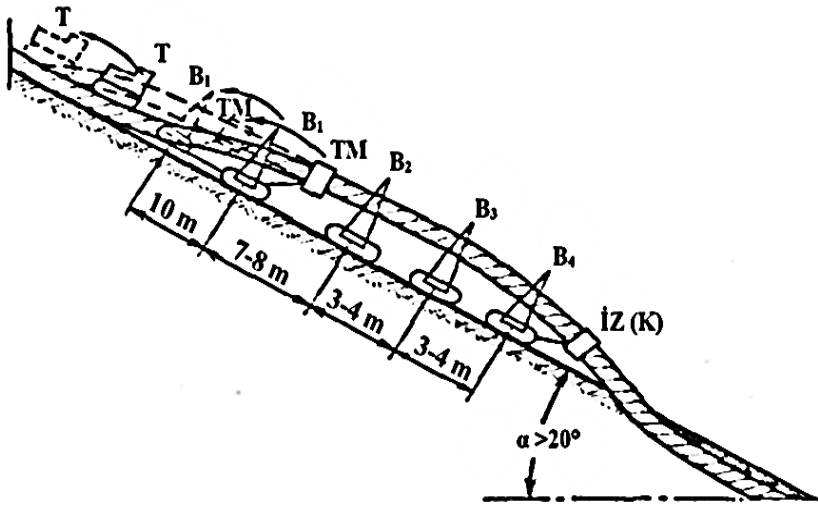
Mailliyi 10^0 -dək olan uzununa yamaclarda işlər yerinə yetirilən zaman borudüzənlər bərkidilmir (bağlanmır) və ya bir biri ilə bağlanmırlar. Boru kəməri düzülməzdən qabaq xəndəyin daşçınqıllı dibində yumşaq qrunla əl ilə 10-15 sm qalınlığında hazırlıq qatı düzəldilir. Boru kəmərinin diametrindən, dönmələrin sərtliyindən və trasın mürəkkəbliyindən asılı olaraq izolyasiya-borudüzmə işlərinin müxtəlif sxemləri və izolyasiya-borudüzmə kolonlarının fərqli komplektləşməsi qəbul edilə bilər.

Mailliyi 10 – 20^0 olan uzununa yamaclarda diametri 820 mm-dək olan boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı borudüzənlər

- borudüzənin fasilələrlə yerdəyişməsi ilə boru kəmərinin izolyasiya edilməsi və xəndəyə düzülməsi.

Birinci sxemdə borudüzənlər bir-biri ilə ümumi şəkildə bağlanır (bərکیدیلir), ikinci halda bərکیدilmir.

Borudüzənin fasilələrlə yerdəyişməsi ilə boru kəmərinin izolyasiya edilməsi və xəndəyə düzülməsi sxemi şək. 8.12-də göstərilmişdir.



Şək. 8.12. Mailliyi 20⁰-dən çox olan yamaclarda izolyasiya-borudüzmə işləri zamanı mexanizmlərin yerləşdirilmə sxemi

Boru kəməri bir-birinə bağlanmayan B₁, B₂, B₃ və B₄ borudüzənləri ilə xəndəyə düzülür. T traktoru birinci B₁ borudüzənini dartır, onun ardınca (3-4 m məsafədə) maşının aşmaması məqsədilə tros ilə sığortalanan TM təmizləyici gəlir.

Təmizləyici maşının ardınca B₁ və B₂ borudüzənləri arasındakı məsafəyə bərabər məsafədə (3-4 m) B₂, ondan sonra həmin məsafədə B₃ və B₄ borudüzənləri gəlir. İM izolyasiya

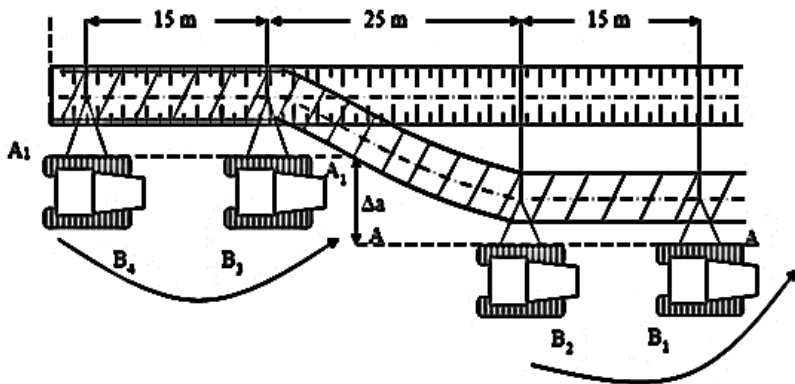
maşınını aşmaqdan sığortalamaq üçün o, trosla B₄ borudüzəni-nə bağlanır.

Mailliyi 28-30⁰ olan yamaclarda boru kəmərinin izolyasiya örtüyünün zədələnməldən qorunması üçün onun ağac rey-kalarla futerovkası tətbiq edilir. Futerovka izolyasiya-borudüz-mə kolonunun hərəkəti istiqamətində boru kəmərinin xəndəyə düzülməsi zamanı yerinə yetirilir.

Boru kəmərlərinin izolyasiya işləri zamanı əmək tutumunu azaltmaq məqsədilə polimer lentlərdən istifadə olunur. İzol-yasiya materialı kimi istifadə olunan 0,3 mm qalınlıqlı polix-lorvinil lentlər boru kəmərinin səthinə izolyasiya maşınları ilə çəkilir.

Trasın mürəkkəb, xüsusilə sıldırım sahələrində izolya-siya-borudüzmə işləri fərdi üsulla yerinə yetirilir. Bu za-man zavod şəraitində və ya yarımstasionar bazalarda izol-yasiya edilmiş borular trasa gətirilir. İzolyasiya-borudüzmə işlərində aşağı məhsuldarlıq ərazinin mürəkkəb relyefi, ver-tikal və horizontal əyilmələrin çoxluğu, eniş və yoxuşlar, bu səbəblərdən borudüzənlərin, maşın-mexanizmlərin mü-rəkkəb manevr etmələri nəticəsində kolonun işində baş ve-rən gecikmələrlə bağlıdır. Digər tərəfdən, bu rayonlarda ya-ğın yağışlar qrunta o dərəcədə hopur ki, ağır texnika, xüsu-sən asqısında 35-45 t yük daşıyan borudüzənlərin dərin pal-çıqda hərəkət etməsi böyük çətinliklər törədir.

Boruların bazada izolyasiyası zamanı izolyasiya-boru-düzmə işlərinin fərdi üsulundan istifadə edilir. İzolyasiya-borudüzmə kolonu boru kəmərinə xəndəyə düzmədən müəy-yən məsafədə izolyasiya işlərini icra edir. Sonra borudüzən-lər geriyə qayıdaraq izolyasiyalı kəməri xəndəyə düzürlər. Borudüzmə prosesi 4 güclü borudüzənlə (Yaponiya istehsa-lı olan “Komatsu” borudüzənləri ilə) “keçid üsulu” ilə hə-yata keçirilir (şək. 8.13).



Şək. 8.13. İzolyasiya olunmuş 1420 mm diametrli boru kəmərini keçid üsulu ilə xəndəyə qoyulması sxemi

Bu üsulda borudüzənlər iki manqada qruplaşılır: birinci manqa boru kəmərini yerdən qaldıraraq xəndəyə tərəf hərəkət etdirir; ikincisi isə onu xəndəyin dibinə düzür. Boşalan 4 borudüzəni 3 borudüzənindən önə keçərək, 15 m məsafədə dayanır və yükü qəbul edir; bundan sonra 2 borudüzəni 1 borudüzənindən önə keçir və 15 m məsafədə duraraq boru kəmərini yerdən 0,3-0,4 m hündürlüyə qaldırır. Qeyd etmək lazımdır ki, belə üsulda borudüzənlər dayanıqlılığını saxlaya bilir.

8.2.3. Bataqlıq şəraitində izolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsi

Bataqlıqlarda və bataqlıqlaşmış ərazilərdə magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı izolyasiya-borudüzmə işlərinin yerinə yetirilməsinin özünə məxsus xüsusiyyətləri vardır. Bu xüsusiyyətlər izolyasiya-borudüzmə kolonunun ərazidən keçdinin çətinliyi, əksər hallarda bu məqsədlə digər texnologiyaların tətbiqinin tələb olunması ilə əlaqədardır. Ona görə də bataqlıq-

larda izolyasiya-borudüzmə işlərinin qışda yerinə yetirilməsi məqsədəuyğun hesab edilir. Bataqlıqlarda boru kəmərlərinin yayda tikilməsi zamanı əsas məsələ təkcə boru kəmərlərinin xəndəyə düzülməsi ilə bağlı çətinliklərlə bitmir; layihə vəziyyətində düzülmüş boru kəmərinin suda yerini dəyişməməsi üçün onu həm də bərkitmək lazım gəlir. Belə ki, içərisi doldurulmamış boru kəməri su ilə dolu xəndəkdə müsbət üzmə qabiliyyəti əldə edir.

İzolyasiya-borudüzmə işləri iki üsulla yerinə yetirilir: fərdi və birgə. Fərdi üsulda əvvəlcə xəndək qazılır, sonra oraya boru kəməri düzülür. Birgə üsulda xəndəyin qazılması və boru kəmərinin düzülməsi eyni zamanda yerinə yetirilir.

Fərdi üsulda hazırlanmış xəndəyə boru kəmərinin düzülməsi dörd sxem üzrə yerinə yetirilə bilər: 1-ci sxem – boru kəmərinin dartılması; 2-ci sxem – boru kəmərinin sonradan xəndəyin dibinə dalması; 3-cü sxem – ballastlaşdırılmış boru kəmərinin pontonlar üzərində üzməsi; 4-cü sxem – boru kəmərinin qabaqcadan hazırlanmış xəndək-kanalla düzülməsi.

1-ci sxemdə boru kəməri bataqlığın yaxınlığında yerləşən quru ərazidəki bazada müəyyən uzunluğa malik pletlər şəklində qaynaq edilir, səthi izolyasiya qatı ilə örtülür, üzərinə çuqun və ya beton yüklər asılır və sualtı xəndəyin dibi ilə əks sahildə bərkidilmiş bucurqad vasitəsilə dartılır.

2-ci sxemdə yük asılmamış və ön kənarına tıxac qaynaq edilmiş hazır pletlər borudüzənlərlə sualtı xəndəkdə dartılır. Pletin quruda qalmış kənarına növbəti plet qaynaq edilir və bu proses davam etdirilir. Bütün pletlər düzöldükdən sonra boru kəməri su ilə doldurulur (neft kəmərləri üçün) və ya ona yük (və ya pontonlar) asılır.

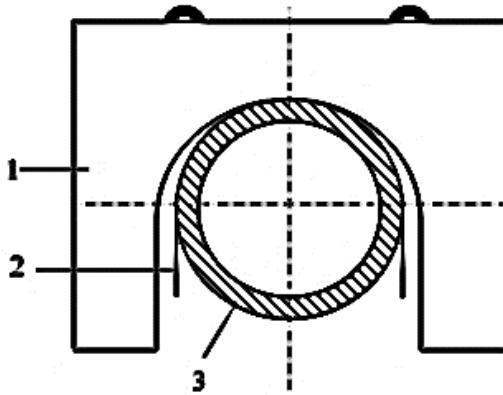
3-cü sxemdə izolyasiya edilmiş və yüklər asılmış boru kəməri bataqlıqda pontonlar üzərində üzərək, xəndəyin oxu üzərinə gətirilir, sonra pontonların ardıcıl açılması ilə xəndəyin dibinə endirilir.

4-cü sxemdə boru kəmərinin pletləri düzülmə yerinə qazılmış və su ilə doldurulmuş xüsusi xəndək-kanallarla gətirilir.

Bataqlıqlarda və ifrat sulaşmış ərazilərdə boru kəmərlərinin birgə üsulla çəkilməsi, bir qayda olaraq qış dövründə, yəni bataqlıqlar kifayət dərinlikdə donduqda ağır inşaat texnikasının keçidi üçün imkan yarandıqda mümkün olur.

Bataqlıq və sulaşmış yerlərdə boru kəmərlərinin səthə qalxmaması üçün onun bərkidilməsi müxtəlif üsullarla yerinə yetirilir: boru kəmərinə dəmir-beton yüklərin asılması, boru səthinin tam betonlanması, kəmərin ankerlə bərkidilməsi, sintetik materialdan istifadə etməklə kəmərin torpaqla ballastlaşdırılması və s.

Boru kəmərlərinin üzərinə asılmış dəmir-beton yüklər müxtəlif konstruksiyalı olurlar. İki dəmir-beton blokdan ibarət yüklər daha səmərəli hesab olunur (şək. 8.14).



Şək. 8.14. 1420 mm diametrli boru kəmərinə dəmir-beton yükün quraşdırılması sxemi

1- dəmir-beton yüklər; 2- mühafizə araqatı;
3- izolyasiya edilmiş boru kəməri.

Yəhərşəkilli dəmir-beton yüklər torf layının qalınlığı xəndəyin dərinliyindən çox olmadığı hallarda, layihə dərinliyində düzülmüş boru kəmərinin düzxətli hissələrinin ballastlanmasında istifadə edilir. Beton yüklər boru kəmərlərinin trasının bataqlıqlardan keçidlərinin düzxətli və dönmə yerlərində tətbiq edilir.

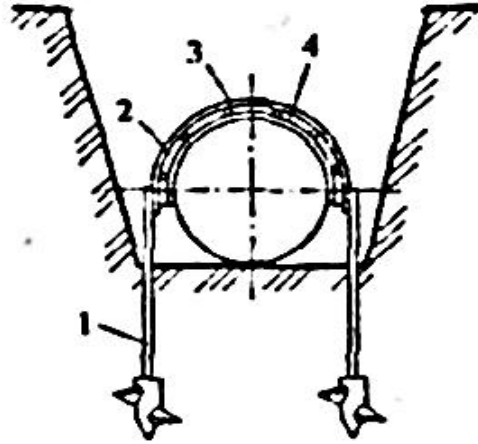
Mexanizmlərin məhsuldarlığının və dəmir-beton yüklərin asılması templərinin artırılması üçün boru kəmərinə yüklərin qrup paylanma üsulu tətbiq olunur. Boru kəmərinin əyilmə şəraitindən asılı olaraq qrupda yüklərin buraxıla bilən sayı cədvəl 8.2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 8.2

Boru kəmərinin əyilmə şəraitini nəzərə almaqla qrupda yüklərin sayı

Boru kəmərinin ölçüləri (diametri və divarının qalınlığı), mm	Qrupda yüklərin sayı, ədəd	Yük qrupları arasındakı məsafə, m
1020x11	17	31
1020x14	17	36
1220x14	21	28
1220x16	20	31
1420x17.5	32	33
1420x20.5	30	37

Boru kəmərlərinin bataqlıqlarda çəkilməsi zamanı onların xəndəyə ankerlərlə bərkidilmə üsulu da geniş tətbiq edilir. Belə bərkidilmə metal zolaqla (kəmərxomut) bağlanan iki ankerdən ibarətdir (şək. 8.15).



Şək. 8.15. Boru kəmərinin vintli ankerlə bərkidilmə sxemi

1- anker; 2- üçqatlı araqat; 3- xomut; 4- futerovka araqatı.

Bataqlıqlarda boru kəmərlərinin bərkidilməsi üçün anker qurğularından o zaman istifadə olunur ki, qrunut ankerin normal işləməsini təmin etsin. Boru kəmərlərinin anker qurğuları ilə bərkidilməsi prosesi aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir:

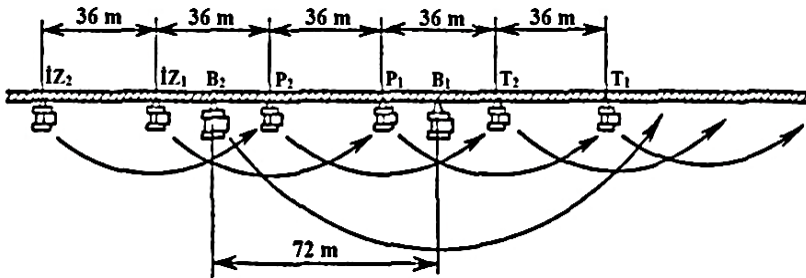
- anker qurğusunun yerinin qeyd edilməsi;
- borunun hər iki tərəfində ankerlərin xəndəyin dibinə burularaq bərkidilməsi;
- araqatın, futerovka materialının və bərkidici kəmərin (xomutun) boru kəmərinin üzərinə qoyulması;
- xomutun ankerlərə qaynaq edilməsi;
- xomutla ankerlərin birləşmə yerlərinin izolyasiya edilməsi.

Ankerlərin xəndəyin dibinə burulması bataqlıq traktoruna qoşulan xüsusi VAQ-101, VAQ-202 qurğuları ilə yerinə yetirilir.

8.3. Zavod şəraitində izolyasiya edilmiş borulardan boru kəmərlərinin quraşdırılması və xəndəyə düzülməsi

XX əsrin sonu və XXI əsrin əvvəllərində əldə edilən böyük nailiyyətlərdən biri də boru kəmərlərinin tikilməsində zavod şəraitində izolyasiya edilmiş boruların tətbiqi olmuşdur. Buna boru istehsal edən zavodların gücünün artması və yeni izolyasiya materiallarının istehsalı təkan vermişdir.

Ayrı-ayrı borular və ya seksiyalar boru xəttinə qaynaq edildikdən sonra qaynaq tikişləri izolyasiya edilir. Tras şəraitində tikişlərin izolyasiya edilməsi üçün “İZ” markalı izolyasiya komplekslərindən istifadə edilir. Bu zaman tikişlərin təmizlənməsi, praymerlənməsi (astar qatının vurulması) və izolyasiyası həyata keçirilir (şək. 8.16).



Şək. 8.16. “İZ” markalı izolyasiya kompleksləri ilə trasda qaynaq tikişlərinin izolyasiya edilməsi sxemi

T₁ və T₂ – təmizləyici maşınlar; P₁ və P₂ – praymer çəkən maşınlar; B₁ və B₂ – boru düzənlər.

Sonra isə boru kəməri izolyasiya örtüyünün mexaniki zədələnmədən qorunması şərtilə trolley asqılarının köməyi ilə xəndəyə düzülür.

Zavod izolyasiyalı borularla boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı qaynaq-quraşdırma işləri iki sxem üzrə həyata keçirilir (şək. 8.17):

I sxem. Zavod şəraitində izolyasiya edilmiş borular boru-qaynaq bazasına gətirilir, orada onlar iki və ya üç borulu seksiyalarda qaynaq edilir, sonra bu seksiyalar trasa daşınır və boru kəmərinin xəttinə birləşdirilərək qaynaq olunur.

II sxem. Zavod şəraitində izolyasiya edilmiş borular bilavasitə trasa daşınır və boru kəmərinin xəttinə birləşdirilərək qaynaq edilir.

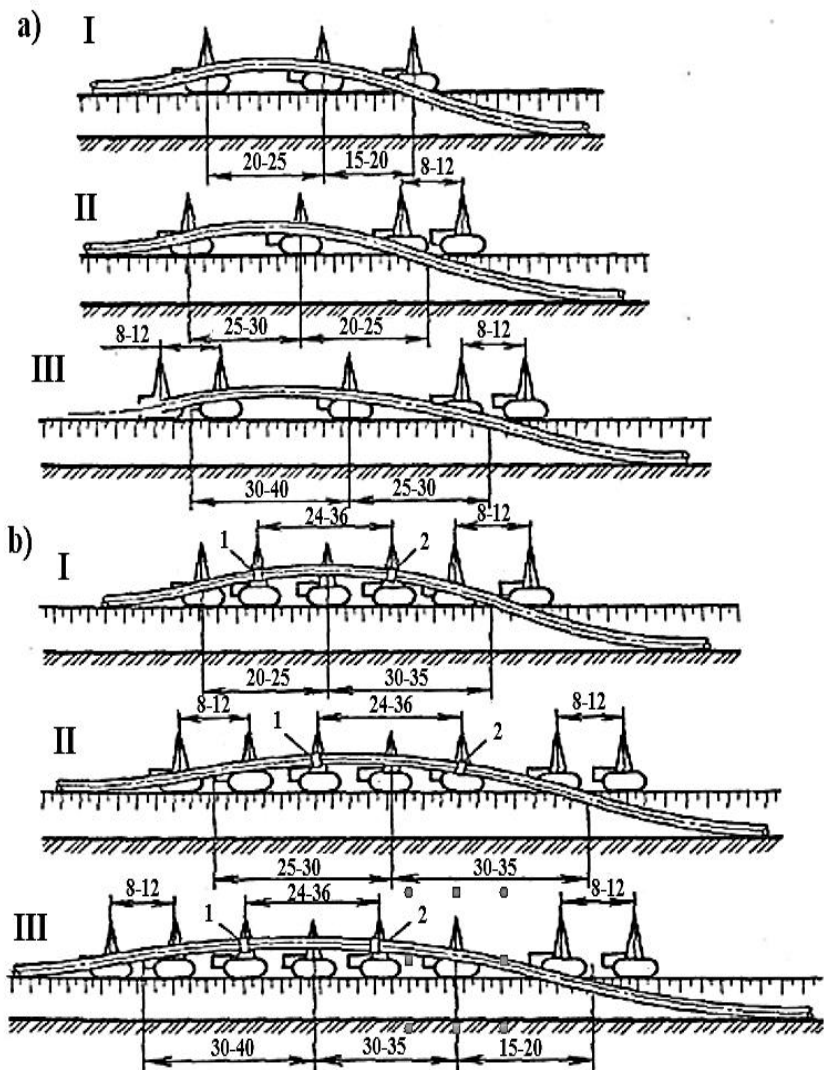
İzolyasiyalı boru kəmərinin xəndəyə qoyulması aşağıdakı iki sxemdən biri üzrə yerinə yetirilir:

I sxem. Tam izolyasiyalı (qaynaq tikişləri daxil olmaqla) boru kəməri borunun diametrindən asılı olaraq 3 və ya 5 borudüzən vasitəsilə zolaq üzərində borudüzənin oxu boyu 0,5–0,7 m hündürlüyə qaldırılır, xəndəyə tərəf yeri dəyişdirilərək layihə vəziyyətində xəndəyə qoyulur (şək. 8.17, a). Bu zaman işlər fasiləsiz yerinə yetirilir.

II sxem. İzolyasiyalı boru kəməri 6 və ya 8 boru düzənlə borudüzənin oxunun zolağı üzərində 1,2–1,4 m hündürlüyə qaldırılaraq tikişlər təmizlənir və qaynaq edilir (şək. 8.17, b). Bu zaman borudüzmə işləri dövrü olaraq yerinə yetirilir.

Zavod şəraitində izolyasiya edilmiş boruların istifadəsinin səmərəliliyi onların daşınması və tikintisinin bütün mərhələlərində mexaniki zərbələrdən qorunması üzrə qoyulan tələblərə ciddi riayət edilməsindən asılıdır. Bu məqsədlə asqılardan, traverslərdən, tutqaclardan, yumşaq kanatlardan (lentlər) və s. istifadə olunur.

Boru kəməri layihə vəziyyətində düzüldükdən sonra xəndək qrunvla əks doldurulur.



Şək. 8.17. İzolyasiyalı boru kəmərinin xəndəyə düzülməsi
 a) I sxem üzrə; b) II sxem üzrə; I, II, III – uyğun olaraq 1020, 1220 və 1420 mm diametrlı boru kəmərinin düzülmə sxemləri.

İzolyasiya-borudüzmə işlərinin mexanikləşdirilməsi və zavod şəraitində izolyasiya edilmiş borulardan istifadə olunması izolyasiya-borudüzmə kolonunun işində yüksək məhsuldarlığın əldə edilməsində mühüm rol oynamışdır. Belə ki, böyük diametrlili (1220–1420 mm) boru kəmərlərinin tikintisində izolyasiya-borudüzmə kolonunun məhsuldarlığı 600 – 850 m/növbəyə çatmışdır.

8.4. İzolyasiya-borudüzmə işlərinin keyfiyyətinə nəzarət

Magistral boru kəmərlərinin etibarlılığı və təhlükəsizliyi həm də izolyasiya-borudüzmə işlərinin keyfiyyətinə nəzarətdən asılıdır. Bu nəzarət həm izolyasiya materiallarını, həm onların hazırlanması prosesini, həm də bütün izolyasiya-borudüzmə işləri kompleksini əhatə edir.

Boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizə edilməsi üçün tətbiq edilən materialların texniki pasportu olmalıdır və oradakı göstəricilərə əsasən onların keyfiyyətinə və texniki tələblərə uyğunluğuna nəzarət edilməlidir. İlk növbədə izolyasiya materiallarının saxlanılma və nəql olunma şəraiti yoxlanılır.

İkinci mərhələ – əməliyyat mərhələsidir. İzolyasiya örtüyü layihəyə, mövcud normalara, təlimatlara və TN və Q-nin tələblərinə cavab verməlidir. İzolyasiya örtükləri boru kəmərinin səthinə seçilmiş texnologiyalar əsasında mexanik-ləşdirilmiş üsulla çəkilir.

İzolyasiya-borudüzmə prosesi yerinə yetirilən dövrdə: boru kəmərinin səthinin təmizlənməsinə; kəmərin xəndəyə düzülməsi zamanı astar və izolyasiya qatının çəkilməsinə və qorunmasına; ağırlaşdırıcı yüklərin qoyulmasına; anker qurğularının quraşdırılmasına; boru kəmərinin xəndəyinin əks doldurulmasına vizual baxış həyata keçirilir.

Boru kəmərinin səthinin təmizlənməsini yoxlayan cihazlara misal olaraq UKSO-1 cihazını göstərmək olar. Bu cihaz

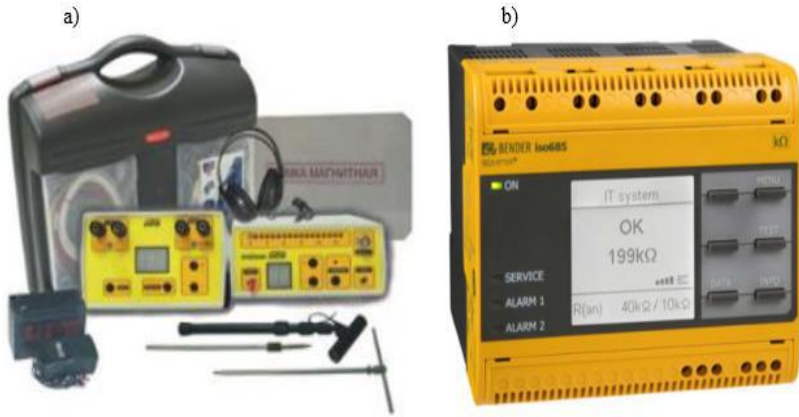
təmizləyici maşında quraşdırılır. Boru kəmərinin təmizlənmiş səthi metal parlaqlığı olan boz rəngdə olmalıdır.

İzolyasiya örtüyü çəkilməzdən qabaq astar qrununun və bitum mastikasının hazırlanması, dozalanması və nəzərdə tutulan komponentlərin əlavə edilməsi qaydalarına nəzarət edilir.

Boru kəmərinə izolyasiya qatı çəkilən zaman: örtüyün bütövlüyü, qalınlığı, yapışqanlıq qabiliyyəti (adigeziya), qatların sayı, dartılma dərəcəsi, möhkəmləndirici və sarğı materiallarının kənarlarının bir-birini örtməsi və s. yoxlanılır.

İzolyasiyanın keyfiyyətinə nəzarət cihazları yaranan problemləri vaxtında aşkar etməyə və aradan qaldırmağa kömək edir.

Hazırda izolyasiya örtüyündə baş verən zədələrin aşkar edilməsi üçün bir sıra ölkələrdə çoxlu cihaz və tədbirlər kompleksi hazırlanmışdır. Misal olaraq, tətbiq edilən ANTPİ 200 və BENDER RUSSLAND komplekslərini göstərə bilərik (şək. 8.18).



Şək. 8.18. İzolyasiyanın keyfiyyətinə nəzarət cihazları
a) – ANTPİ 200; b) – BENDER RUSSLAND.

İzolyasiya örtüyünün keyfiyyətinə həm quraşdırma, həm də istismar prosesində nəzarət edilməlidir. Əgər izolyasiya işlərinin keyfiyyəti tələblərə cavab verirsə, o, konstruksiyanın etibarlı mühafizəsini təmin edə bilər. Keyfiyyətsiz izolyasiya – təkcə itkilərə deyil, həm də əlavə xərclərə yol açır.

Nəzarət-yoxlama cihazları fasiləsiz olaraq mühafizə örtüklərinin müqavimətinə nəzarət edir, müqavimət verilən həddən aşağı düşdükdə müvafiq məlumat verirlər.

Cihazların əsas xüsusiyyətləri onların kompakt olması, siqnal generatorunun gücü və selektiv qəbuledicinin yüksək ax-tarış həssaslığıdır.

Bu cihazlar müasir element bazasında (mikro-prosessorlar) hazırlanmışdır və -20°C -dən $+40^{\circ}\text{C}$ -dək temperatur diapazonunda və nisbi rütubətin 80% -dən çox olduğu hallarda (20°C temperaturda) istismar olunurlar. Yerinə yetirilmiş izolyasiya-borudüzmə işlərinin keyfiyyəti daha çox ilin fəslindən və ətraf mühitin temperaturundan asılıdır. Payız-qış mövsümündə izolyasiya-borudüzmə prosesində boru kəmərinin, astar qrun-tunun, bitum, rulon və sarğışəkilli izolyasiya materiallarının qızdırılması üçün temperatur rejiminə mütləq riayət olunmalıdır. Ətraf mühitin mənfi temperaturu şəraitində izolyasiya örtükləri boru kəmərinin qurudulması və 15°C -dən az, 50°C -dən çox olmamaq şərti ilə qızdırılmasından sonra çəkilə bilər.

Zavod şəraitində izolyasiya edilmiş boruların istifadəsi zamanı: yükləmə-boşaltma əməliyyatlarına; anbarlama şəraitinə; təmizləmə, qurutma, qaynaq yerlərinin qızdırılması, onlara astar qatının və izolyasiya örtüyünün çəkilməsinə; zavod izolyasiyasında baş verən zədələnmələrin bərpa keyfiyyətinə nəzarət edilir. İzolyasiyalı boruların boşaldılması və yüklənməsi xüsusi vasitələrlə (tutqac, yumşaq kanat və s.) təchiz edilmiş mexanizm və ya traverslərlə yerinə yetirilir.

Zavod və ya baza şəraitində izolyasiya edilmiş boruların qaynaq tikişlərinin təmizlənməsi, onlara qrun-t və izolyasiya qatlarının çəkilməsi də mexanizmlərlə yerinə yetirilir.

Boru kəmərlərinin tikişlərinin qurudulması və qızdırılması üçün zavod izolyasiyasına zərər yetirməyən qızdırıcılardan istifadə edilir.

Qaynaq birləşmələrinin mexanikləşdirilmiş və ya əl üsulu ilə polimer lentlərlə yerinə yetirilən izolyasiyası aşağıdakı texnoloji tələblərə görə yoxlanılır: lentin dartılması, çəkilən qatların sayı, zavod izolyasiyasının üstünə keçidin ölçüsü (üstünə keçmə məsafəsi), örtüyün yapışqanlılığı və bütövlüyü.

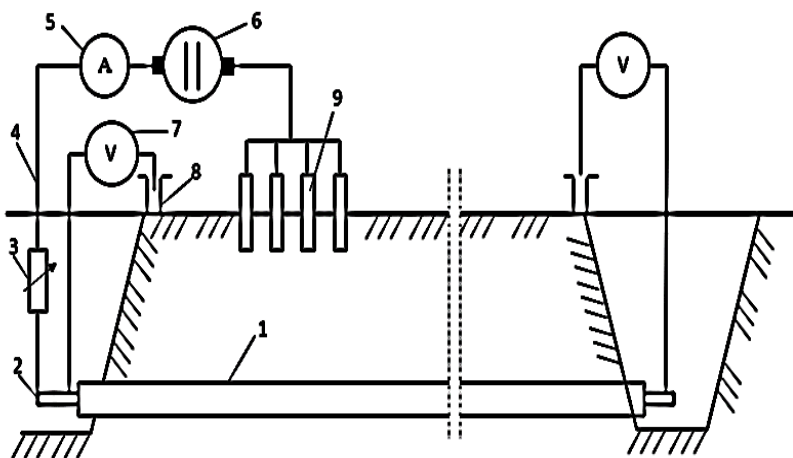
Lentin zavod izolyasiya örtüyünün üstünü örtməsi 75 mm-dən az olmamalıdır. Boru kəmərinin izolyasiya edilmiş hissəsi işlərin təhvil-təslimindən sonra xəndəyə endirilə bilər. Bu zaman xəndəyin bütün parametrləri (dərinliyi, eni, dibinin planlanma keyfiyyəti, divarlarının mailliyi və s.) yoxlanılır.

İzolyasiya-borudüzmə işləri fərdi üsulla yerinə yetirilən zaman da izolyasiya olunmuş boru kəmərinin xəndəyə qoyulması üçün yumşaq kanatlardan istifadə olunur. Zavod izolyasiyalı borulardan quraşdırılmış boru kəməri yumşaq kanatlar və ya troller asqıları vasitəsilə xəndəyə düzülür. Bu zaman qaynaq tikişlərində izolyasiyanın qorunmasına diqqət yetirmək lazımdır.

Əks doldurmadan sonra boru kəmərinin izolyasiya örtüyünün vəziyyətinə nəzarət yoxlanışı keçirmək üçün zədə (defekt) aşkarlayan cihazlardan istifadə olunur.

Boru kəmərinin tikintisi başa çatan hissələrində (boru kəmərinin üzərinin əks doldurulmasından azı 2 həftə sonra) katod polyarizasiyası üsulu ilə izolyasiyanın vəziyyətinin 100%-lik nəzarəti həyata keçirilir.

Cərəyan mənbəyinin və ölçü cihazlarının nəzarət edilən boru kəməri hissəsinə qoşulmasının sxemi şək. 8.19-da göstərilmişdir.



Şək. 8.19. Cərəyan mənbəyinin və ölçü cihazlarının nəzarət edilən boru kəməri hissəsinə qoşulmasının prinsipial sxemi

- 1- nəzarət edilən boru kəmərinin izolyasiya olunmuş hissəsi; 2- borunun izolyasiya edilməmiş kənarı;
 3- tənzimləyici rezistor; 4- birləşdirici naqıl;
 5- ampermetr; 6- sabit cərəyan mənbəyi;
 7- millivoltmetr; 8- mis-sulfat müqayisə elektrodu;
 9- müvəqqəti torpaqlama.

İzolyasiya örtüyünün vəziyyəti polarizasiya enerjisinin gücü və boru-torpaq potensiallar fərqi ilə qiymətləndirilir. Polyarlaşma mənbəyinin zəncirində cərəyanın yol verilən gücü izolyasiyanın növündən, nəzarət edilən hissənin uzunluğundan, borunun diametrindən və divarının qalınlığından asılı olaraq təyin edilir.

Uzunluğu 4-50 km olan boru kəməri hissəsinin izolyasiyasının vəziyyəti potensiallar fərqi ilə qiymətləndirilir: 0,5 V-dan az olduqda – yaxşı, 0,4-0,5 V olduqda – kafi, 0,4 V-dan az olduqda qeyri-kafi hesab edilir.

Qeyd edildiyi kimi, yer səthində və ya yerüstü variantda çəkilən boru kəmərlərinin atmosfer korroziyasından mühafizə edilməsi lak-boya, süsə-əmal və metal örtüklərlə və ya konsistentli sürtgü yağlarından olan örtüklərlə yerinə yetirilir. Lak-boya örtüklərinin ümumi qalınlığı 0,2 mm-dən, bütövlüyü – qalınlığa görə 1 kV-dan az olmamalıdır.

Lak-boya örtüklərinə nəzarət olunması aşağıdakı kimi yerinə yetirilir: örtüyün qalınlığı MT-41NTs tipli qalınlıq ölçən cihazla, bütövlüyü isə LKD-1M tipli və ya «Krona-1R» tipli qı-ğılıcılı defektoskopla yoxlanılır. 12.7. Süsə-əmal örtüklərin qalınlığı 0,5 mm-dən az və bütövlüyü – qalınlığa 2 kV-dan az olmamalıdır.

Süsə-əmal örtüklərinə nəzarət olunması da yuxarıda qeyd olunan cihazlarla yerinə yetirilir.

Boru kəmərlərinin konsistentli sürtgü yağı ilə izolyasiya edilməsi tədbirləri havanın temperaturunun mənfi 60°C-dən aşağı, boru kəmərinin istismar temperaturunun isə müsbət 40°C-dən yuxarı olmadığı ərazilərdə tətbiq edilə bilər. Konsistentli sürtgü yağından olan örtüklərin tərkibi çəkisinin 20%-i PAK-3 və ya PAK-4 alüminium pudrası olmaq-la qalınlığı 0,2-0,5 mm hədlərində olmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, qaynaq-quraşdırma işləri kimi izolyasiya-borudüzmə işləri də ciddi nəzarət tələb edir, çünki izolyasiyanın pozulması və ya zədələnməsi boru metalının korroziyaya məruz qalmasına və onun istismar etibarlılığının aşağı düşməsinə səbəb olur.

IX FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN TƏBİİ VƏ SÜNİ MANEƏLƏRDƏN KEÇİDLƏRİ

9.1. Magistrал boru kəmərlərinin keçidlərinin təsnifatı və tərkib hissələri

Əvvəlki bölmələrdə qeyd edildiyi kimi, magistrал boru kəmərlərinin trası bir sıra təbii və süni maneələrlə kəşifir. Magistrал boru kəmərləri çoxsaylı təbii və süni maneələrdən: kanallar, çaylar, avtomobil və dəmir yolları, dağ şəraitində isə yarğan və sıldırımlardan keçir. Belə maneələr keçidlər adlanır. Keçidlərin tikilməsi üçün müxtəlif üsulların və boru kəmərlərinin konstruktiv sxemlərinin tətbiq edilməsi tələb olunur. Boru kəmərlərinin keçidlərinin müxtəlif həlləri və variantları mövcuddur: sualtı, xəndəksiz, yerüstü (fəza keçidləri) çəkiliş, tuneldə çəkiliş və s.

Boru kəmərlərinin keçidlərinin tikilməsi üçün çoxlu üsullar mövcuddur. Hər bir konkret halda üsulun və ya konstruksiyanın seçilməsi keçidin şəraiti və ona qoyulan texniki, iqtisadi, ekoloji və s. tələblərə əsaslanmalıdır.

Boru kəmərlərinin maneələrdən keçidlərinin aşağıdakı əsas üsulları vardır;

1. *Xəndək üsulları*: qruntda, kanalda, qoruyucu kojuxda; xüsusi doldurma ilə qoruyucu tavalər altında; beton örtüklərlə və s. Üsulun tətbiqinin məhdudiyətləri sırasına tikinti dövründə torpağın məhsuldar qatının və qrunnun strukturunun pozulması, kəşifən obyektlərə təsirlərinin çoxalması aiddir.

2. *Xəndəksiz üsullar*: dəlmə; sıxışdırma; horizontal qazıma; maili istiqamətlənmiş qazıma; tunel keçidi. Üsulun tətbi-

qində məhdudiyətlər: keçidin uzunluğunun çox da böyük olmaması və geoloji şəraitlərdən irəli gələn çətinliklər.

3. *Yerüstü (fəza) keçidlər*: yükünü özü daşıyan; dayaqlar üzərində; asılı keçidlər; tökmədə və ya digər qoruyucu qatda. Bu üsulda keçid xarici təsirlərə məruz qalır.

4. *Su hövzəsinin dibində mexaniki mühafizə ilə və ya mühafizəsiz keçidlər*: keçidin gəmilərlə, yakorlarla, balıqçılıq əməliyyatları ilə təmaslardan qorunması təmin edilməlidir.

Magistral boru kəmərlərinin keçidlərinin icrası daha çox məsuliyyət tələb edən sahələrdir. Belə ki, bu sahələrdə təmir işlərinin görülməsi və nöqsanların aradan qaldırılması müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur. Ona görə də boru kəmərlərinin keçidlərində divarının qalınlığı daha böyük olan borulardan istifadə olunur və boru kəmərlərinin həmin hissələri çox gücləndirilmiş izolyasiya ilə mühafizə edilir.

Maneələrin növündən asılı olaraq bütün keçidlər, əsasən üç qrupa bölünür: *yeraltı, yerüstü, və sualtı*.

9.1.1. Boru kəmərlərinin yeraltı keçidləri

Boru kəmərlərinin tikintisində ciddi maneələrdən biri avtomobil və dəmir yollarıdır. Boru kəmərinin yollarla kəsişmə bucağı, bir qayda olaraq 90^0 olur. Boru kəmərinin yolun tökməsindən keçidinə yol verilmir.

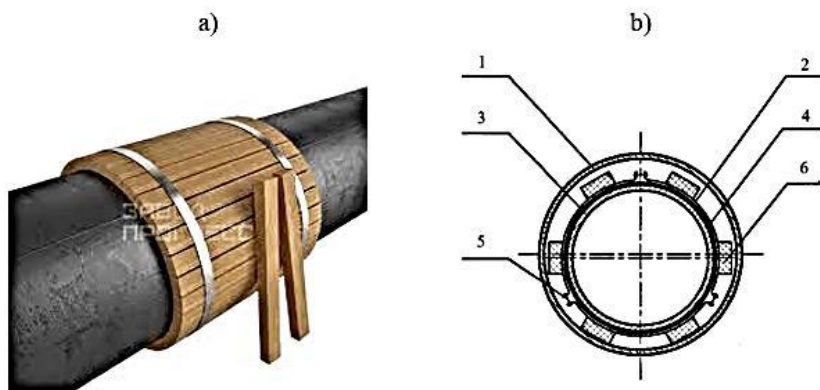
Avtomobil və dəmir yollarından yeraltı keçidlər, bir qayda olaraq bixətli, diametri boru kəmərinin diametrindən 200 mm böyük olan xüsusi kojuxdan (patron və ya futlyar) keçirilməklə tikilir (şək. 9.1). Futlyarın ucları, içinə su düşməsin deyə doldurucu (məsələn, bitumlu kəndirlə) ilə hermetik bağlanır.

TN və Q-yə görə bütün kateqoriyalı yollar üçün boru kəmərinin avtomobil və dəmir yolundan keçən hissəsinin qoruyucu futlyarda (kojuxda) quraşdırılması nəzərdə tutulur (şək. 9.2). Kojux - əsas boru kəmərinin xarici yüklərdən, o cümlədən ke-

çən nəqliyyatdan, qrunut sularından, azmış cərəyanlardan müha-
fizə edilməsi üçün nəzərdə tutulur.



Şək. 9.1. Boru kəmərinin dəmir və avtomobil yollarından yeraltı keçidinin tikilməsi



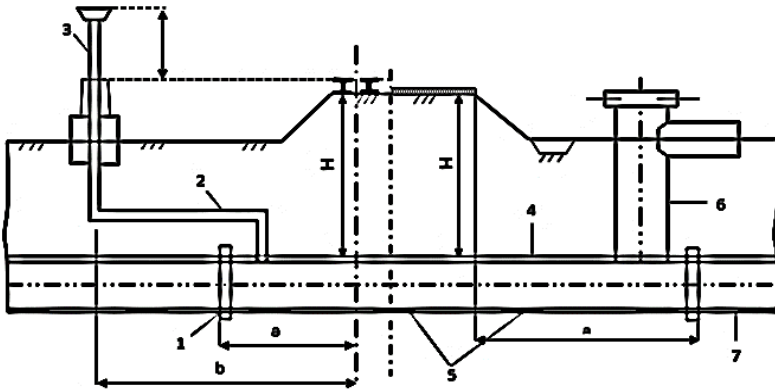
Şək. 9.2. Boru kəmərlərinin futerovka edilməsinin sxemi
a-futerovka olunmuş boru kəməri; b- futlyardan keçirilmiş borunun en kəsik görünüşü; 1-futlyar; 2-istiqamətləndirici halqa; 3-boru kəməri; 4- mühafizə qatı; 5-bolt birləşməsi; 6- taxta reyka.

Futlyarın kənarları aşağıdakı məsafələrdə olmalıdır:

a) boru kəmərinin dəmir yolu keçidində quraşdırılması zamanı: kənar yolların oxundan – 50 m, lakin maili tökmənin dabanından azı 5, yamacın qaşından 3, kənar suayıricı qurğudan (küvet, dağ kanalı və s.) 3 m məsafədə;

b) boru kəmərinin avtomobil yolu keçidində quraşdırılması zamanı torpaq qatının qaşından 25 m, lakin tökmənin dabanından azı 2 m məsafədə.

Şək. 9.3-də boru kəmərlərinin avtomobil və dəmir yollarından keçidlərinin sxemi göstərilmişdir.



Şək. 9.3. Boru kəmərlərinin avtomobil və dəmir yollarından yeraltı keçidinin sxemi

1- kipləşdirici; 2- kənarlaşdırıcı boru; 3-şam borusu; 4- qoruyucu futlyar; 5- dayaqlar; 6- kənarlaşdırıcı quyu; 7- boru kəməri;

H- futlyarın basdırılma dərinliyi; a- qoruyucu futlyarın sərhəddi; b- şam borusunun avtomobil yolunun torpaq özülünün qaşından olan məsafəsi.

Kojuxlar dəmir yolları keçidlərində rels dabanından azı 2, avtomobil yollarında isə yol ötrüyünün səthindən 1,4 m dərinlikdə basdırılmalıdır. Bu zaman basdırılma dərinliyi kojuxun

üst səthindən hesablanır. Kojuxun diametri boru kəmərinin diametrindən asılı olaraq aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$D_k \approx \frac{D_x^2}{0,9 \cdot D_x - 85} \quad (9.1)$$

İstənilən halda futlyarın diametri boru kəmərinin diametrindən azı 200 mm çox olmalıdır.

Magistral qaz kəmərlərinin patronları sorucu şam boruları, neft kəmərləri isə nəzarət quyularına doğru qəza arxları ilə təchiz edilir.

İri çayların sahillərində dəmir və avtomobil yollarının hər iki tərəfində və xüsusi zonaların sərhədlərində (yaşayış məntəqələrinin, yanğından təhlükəli obyektlərin) bağlayıcı armaturlar (siyirtmələr, kranlar) quraşdırılmalıdır.

Hərəkətin intensivliyindən, yolun kateqoriyasından, boru kəmərinin diametrindən, qrunտ şəraitindən asılı olaraq boru kəmərlərinin avtomobil və dəmir yollarından keçidləri həm açıq (xəndək qazmaqla), həm də xəndəksiz (qapalı) üsulla yerinə yetirilir. Açıq üsulda nəqliyyatın hərəkəti tam dayandırılır, xəndək qazılır və boru kəmərinin kojuxdan keçirilmiş hissəsi basdırılaraq əks doldurulur; qapalı üsulda isə kojuxun quraşdırılması nəqliyyatın hərəkəti məhdudlaşdırıl-madan - xəndəksiz üsullarla yerinə yetirilir.

Keçidlərin açıq üsulla tikilməsi zamanı iş sahəsi müvəqqəti hasara alınmalı və müvafiq xəbərdaredici və göstərici nişanlar quraşdırılmalıdır. Avtomobil yolunun örtüyünün kəsilən hissəsi, adətən xəndəyin üstdə enindən 0,3-0,4 m çox götürülür. Dayanıqsız qruntlarda xəndəyin divarları taxtalarla bərkidilir.

9.1.2. Boru kəmərlərinin yerüstü keçidləri

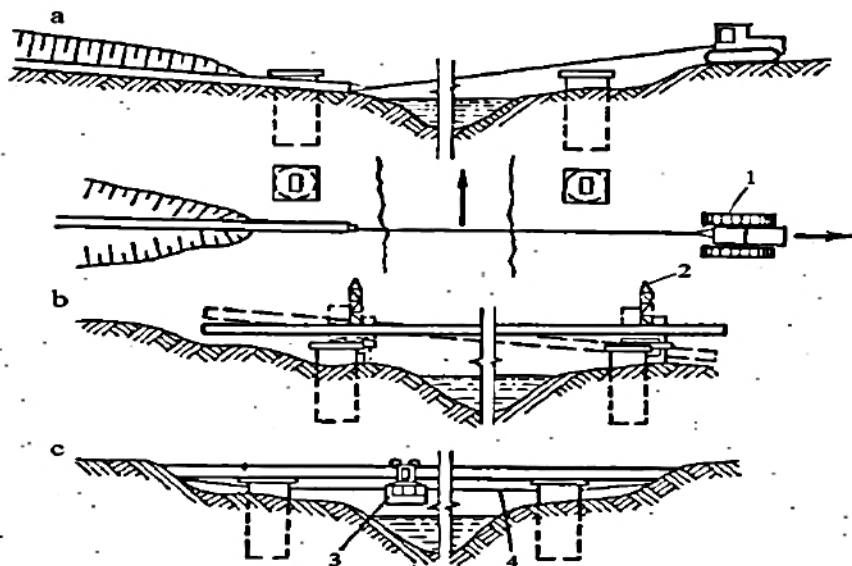
Mürəkkəb şəraitlərdə (dağ rayonları, bataqlıq ərazilər, daimi donuşluq yerləri, sürüşmə zonaları, qayalıqlar, yarığanlar və s.) magistral boru kəmərlərinin tikilməsi yeraltı

və sualtı çəkilişlə yanaşı, yerüstü keçidlərin icrası üçün boru kəmərlərinin yerüstü çəkilişi zərurətini yaradır. Magistral boru kəmərlərinin çəkilməsi təcrübəsində keçidlərin konstruksiyaları və tikilməsi üsulları, əsasən kəşifən maneələrin xarakterindən asılıdır. Keçidlər tir, asma, tağ (arka) və s. şəkilli ola bilər. Daha çox rast gəlinən yerüstü keçidlər – ***birəşirəməli və çoxəşirəməli tirşəkili keçidlərdir.***

Süni dayaq və kompensatorları olmayan sadə birəşirəməli tirşəkili keçidlərin tikilməsi tras işlərinin gedişi zamanı icra olunur. Bu halda boru kəmərinin plet aşırımın keçilməsi şərti ilə qaynaq olunur və borudüzənin bir sahildən digərinə hərəkəti nəticəsində quraşdırılır. Bir seksiya və ya pletdən ibarət birəşirəməli tirşəkili keçidlərin tikilməsi zamanı yığma, qaynaq və hidravlik sınaq işlərini icra edən inşaat maşınları üçün keçidin əlçatanlığı şəraitində həmin işlər maneənin dibində yerinə yetirilir. Tikinti texnologiyasında dayaqlar nəzərdə tutulmuşdursa, əvvəlcə dayaqların tikilməsi, sonra isə borudüzənlərin köməklili ilə boru kəmərinin həmin dayaqların üzərinə düzülməsi yerinə yetirilir (şək. 9.4).

Birəşirəməli keçidlərdə plet aşağıdan qaldırılmaqla və ya bir sahildən digərinə uzununa yerdəyişmə ilə quraşdırılır. Yerüstü və üzən vasitələrin yaxınlaşa bilmədiyi yerlərdə uzunluğu 40 m və daha çox olan keçidlərdə plet baş tərəfi ilə aşırım qədər dartılaraq trolley asqısı ilə müvəqqəti trosa bağlanır.

Çoxəşirəməli tirşəkili keçidlər ümumi tikinti axınından asılı olmayaraq tikilir. Bu zaman əmək tutumu daha çox olan iş svay dayaqlarının hazırlanmasıdır. Çoxəşirəməli tirşəkili keçidlərin dayaqları, adətən plitələrdən hazırlanır. Aralıq dayaqlar yerli şəraitdən asılı olaraq, içərisi monolit dəmir-betonla doldurulmuş metal-svay və ya tamamilə dəmir-betondan hazırlanır.



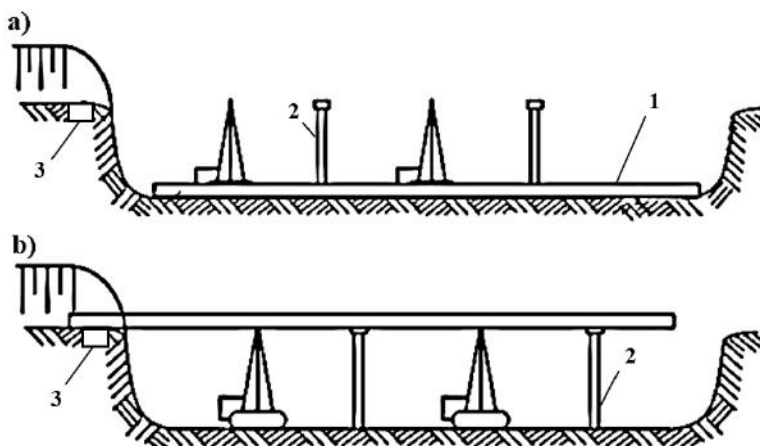
Şək. 9.4. Biraşırımlı tirşəkili keçid seksiyasının quraşdırma sxemi

a)- boru kəməri seksiyasının dartılması; b)- seksiyanın dayaqqlar üzərində quraşdırılması; c)- boru kəmərinə boyaq örtüyünün çəkilməsi; 1- traktor; 2- borudüzən; 3- boru kəmərinin rənglənməsi üçün hərəkətli duracaq; 4- duracağın hərəkəti və dayandırılması üçün müvəqqəti tros.

Dəmir-beton dayaq plitələri, metal-svay və ya monolit dəmir-beton dayaqqların qəlib şitləri və armatur karkasları bazada hazırlanır. Monolit dəmir-beton dayaqqlar üçün beton, bir qayda olaraq, mərkəzləşdirilmiş şəkildə (zavodlarda), istisna hallarda isə yerində - daşınan betonqarışdırılarda hazırlanır.

Dağ rayonlarında çoxaşırımlı tirşəkili keçidlər yerli şəraitdən asılı olaraq, qabaqcadan keçid uzunluğunda hazırlanmış boru və ya ayrıca boru seksiyalarından quraşdırılır. Boru kəməri dayaqqlar üzərində elə düzülür ki, qaynaq tikişləri dayaqdan azı 0,5 m məsafədə yerləşsin.

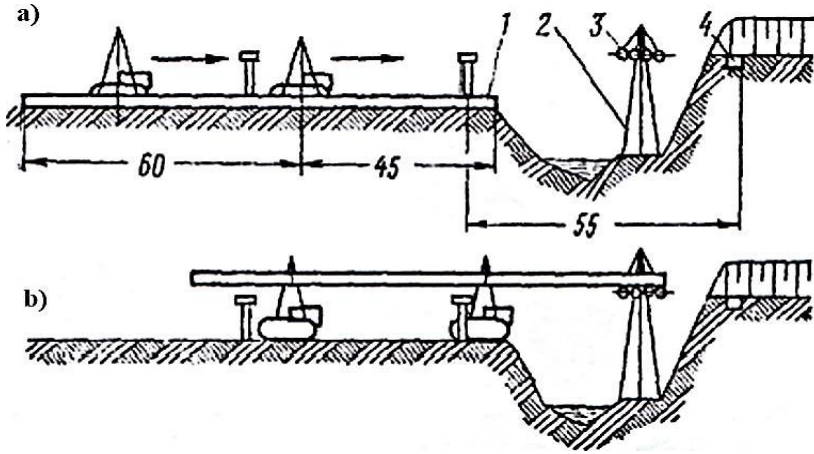
Yerli şəraitdən və qəbul edilmiş konstruksiyadan asılı olaraq boru kəməri dayaqqlar üzərində müxtəlif sxemlər üzrə quraşdırıla bilər. Tırşəkıllı keçıdlərin tikilmə texnologiyasına dağ şəraitindəki enli subasarda boru kəmərinin çoxaşırımlı keçıdlərini misal göstərmək olar. Bu zaman boru seksiyaları subasarda – quraşdırılmıř dayaqqlar boyu qaynaq edilərək pletlər hazırlanır. Sonra borudüzənlə pletlər qaldırılaraq dayaqqlar üzərinə quraşdırılır (şək. 9.5).



Şək. 9.5. Maşın keçən enli və hamar subasarda tırşəkıllı keçidin tikilməsi sxemi

a)– pletin borudüzənlə dartılması; b)– pletin şaquli dayaqqlar üzərinə düzəlməsi: 1– plet; 2– şaquli dayaq; 3– plitə dayaq.

Çayın su axını gur, sahilləri hündür (5-6 m) və subasarın eni 50 m-dən çox olarsa, maşınların subasarla və məcra ilə hərəkəti mümkün olmur, bu zaman borudüzən pleti qaldırır və keçidin uzunluğu boyu yerdəyişməsi ilə onu layihə vəziyyətinə gətirir. Konsolun uzunluğunu azaltmaq məqsədi ilə keçiddə trolley asqısı asılan müvəqqəti dayaq quraşdırılır (şək. 9.6).



Şək. 9.6. Keçidin trolley asqılı müvəqqəti dayaqla quraşdırılma sxemi

- a)– borudüzənlə pletin nəqli; b)– pletin dayaq üzərində quraşdırılması; 1– plet; 2– borudan hazırlanmış müvəqqəti dayaq; 3– trolley asqısı; 4– plitə dayaq.

Tirşəkilli keçidlər iki konstruktiv sxem üzrə quraşdırılır: uzununa deformasiyaları kompensasiya etməklə və etmədən. Tirşəkilli keçidlərdə uzununa deformasiyaları kompensasiya etmək məqsədilə boru kəmərlərinin yerüstü hissələrinin sonlarında xüsusi vasitələr – kompensatorlar quraşdırılır. Kompensatorlar bir-birindən 200-300, böyük uzunluqlarda 100-300 m məsafədə yerləşdirilir.

Tirşəkilli keçid sistemlərində dayaqlar arasındakı məsafə boru kəmərinin diametrindən, aşırımların sayından, çəkiliş sxemindən və təbii şəraitdən asılıdır. Diametri 700-1400 mm olan qaz kəmərlərində dayaqlar arasındakı məsafə, adətən 30-50 m, neft və neft məhsulları kəmərlərində isə 25-40 m olur. Külək axınlarında rezonans tərəddüdlərinin nəzərə alınması zərurəti zamanı 700-1400 mm diametrli boru kəmərlərinin çoxaşırımlı keçidlərində dayaqlar arasındakı məsafə 25-40 m qəbul edilir.

Bəzi hallarda boru kəmərinin tras şəraitini nəzərə almaqla asma keçidlər tətbiq edilir. Bu zaman əvvəlcə hər iki tərəfdə dayaq konstruksiyaları quraşdırılır, sonra keçidin dibində boru kəmərinin özü hazırlanır, müvəqqəti kanatların və bucurqadın köməkliyi ilə boru kəməri qaldırılaraq asılmış kanatlara bərkidilir.

9.1.3. Magistral boru kəmərlərinin sualtı keçidləri

Sualtı keçidlər dedikdə boru kəmərinin, aynasının eni 10 m-dən, dərinliyi 1,5 m-dən çox olan su hövzələrindən keçən xətti hissəsi nəzərdə tutulur.

Sualtı keçidin sərhədləri: çoxxətli keçiddə hər iki sahildə quraşdırılmış siyirtmələrlə, birxətli keçiddə isə su hövzəsində yuxarı su horizontu ilə məhdudlaşan sahə hesab olunur.

Boru kəmərlərinin bataqlıqlarla kəsişmədə keçidləri də sualtı keçidlərə aid edilir.

Bütün sualtı kəmərlər aşağıdakı kimi təsnif edilir:

1. Çəkilmə dərinliyinə (H) görə:

- çox (ultra) dərin sulu (H=400m-dən çox olduqda);
- dərin sulu (H=40-400 m);
- orta dərinlikli (H=10-40 m);
- dayaz sulu (H=10 m-dən kiçik olduqda)

2. Daxili təzyiqinə görə:

- yüksək təzyiqli ($P=12 \text{ kq/sm}^2$);
- aşağı təzyiqli ($P=12 \text{ kq/sm}^2$ -a qədər);
- özüaxımlı.

3. Su hövzəsində çəkilmə növünə görə:

- dərin basdırılmış boru kəməri (dibdən aşağıda çəkilmiş);
- dalma (batırılmış) boru kəməri (dibdən yuxarıda dayaq üzərində və ya üzgəclərə bərkidilməklə);
- dibdə basdırılmadan;
- dibdə basdırılmaqla;
- dibdən aşağıda xüsusi çəkiliş üsulu ilə.

4. Paralel çəkilməmiş boruların sayına görə:

- birxətli;
- çoxxətli.

5. Tikinti üsuluna görə:

- xəndək üsulu ilə;
- mikrotunelləşmə üsulu ilə;
- maili yönəlmiş qazıma yolu ilə;
- “boru boruda” prinsipi ilə.

Mikrotunelləşmə üsulu ilə inşa edilən sualtı keçidlərin aşağıdakı növləri vardır:

- borulararası fəzası izafi təzyiqli inert qazla doldurulmuş tunelli keçidlər;
- borulararası fəzası izafi təzyiqli antikorroziya keyfiyyətli maye ilə doldurulmuş tunelli keçidlər.

Su hövzəsində keçidlərin üstü örtülmüş şəkildə çəkiliş forması daha geniş yayılmışdır. Bu sxem boru kəmərinin xarici yüklərin təsirindən qorumağa imkan verir.

Ballastlaşdırılmış sualtı boru kəmərinin üst nöqtəsi çay məcrasının çoxillik (25 illik proqnoz) yuma profilinin ən böyük qiymətindən 0,5 m aşağıda yerləşməlidir.

Magistral boru kəmərinin sualtı keçidlərinin tərkibinə aşağıdakılar daxildir:

- boru kəmərinin keçidin sərhədlərindəki sahəsi;
- sahil siyirtmələri və təmizləyici qurğuların daxiletmə və qəbuletmə qovşaqları;
- keçidin sahil və məcra hissəsinin yuyulmasının qarşısını almaq üçün sahil və məcra bərkitmə qurğuları;
- keçidin mühafizə zonasının hasarında su yolu üçün məlumatverici işarələr və boru kəmərinin sahil sahəsində göstərici nişanlar, stasionar reperlər və digər geodeziya işarələri;
- nəzarət məntəqələri;
- keçid sərhəddi daxilində trasboyu elektrik verilişi xətləri;
- keçid sərhəddi daxilində elektrokimyəvi mühafizə qurğuları;

- elektrik intiqallı siyirtmələrin, elektrokimyəvi mühafizə, xətti və telemexanika vasitələrinin, işıqlandırma avadanlıqlarının elektrik enerjisi ilə təminatı üçün transformator stansiyası;

- telemexanika vasitələri və avadanlıqları;

- manometrik qovşaqlar, təmizləyici qurğuların keçməsinə qeyd edən siqnalizatorlar, sızmanın aşkarlanma sistemləri, vantuzlar, mikrotunelləşmə və ya “boru boruda” tipli keçiddə borular arası fəzaya nəzarət sistemləri;

- fəza keçidlərinin dayaq qurğuları.

Kiçik çaylar, su axınları, yarğanlar üzərindən keçidlər, əsas etibarilə yerüstü (fəza) variantda icra edilir. Magistral boru kəmərinin su maneələrindən fəza keçidinin sərhədlərinə yerüstü hissə ilə yanaşı, borunun yer səthinə çıxdığı yerdən 50 m uzunluğunda yeraltı hissələr də daxil edilir.

9.2. Magistral boru kəmərlərinin xəndəksiz (qapalı) keçidlərinin hazırlanması texnologiyaları

Yol keçidlərinin qapalı üsulla tikilməsində nəqliyyatın intensivliyi, yolların kateqoriyaları, qruntun növü və boru kəmərinin diametri ilə bağlı məhdudiyətlər aradan qalxır.

Avtomobil və dəmir yollarından keçidlərdə boru kəmərinin yol örtüyünü dağıtmadan – xəndəksiz (qapalı) tikilməsinin aşağıdakı üsulları vardır: *dəlmə ilə, sıxışdırma ilə, qazımaqla*.

İşlərin yerinə yetirilməsi üçün mürəkkəb və əmək tutumlu texnoloji əməliyyat olan qoruyucu boru – kojuxun (patron, futlyar) quraşdırılmasının bu və ya digər üsulu seçilir.

Kojuxların quraşdırılması üsulları qrunta müxtəlif təsir üsullarını nəzərdə tutur:

- qruntu çıxarmadan (dəlmə üsulu) boruların quraşdırılması: hidravlik domkratların statik tətbiqi yolu ilə; zərbə və vibrasiya qurğularından istifadə etməklə.

- qruntu qazıb çıxarmaqla boruların xəndəksiz quraşdırılması: torpağın fasiləsiz qazılması (horizontal qazıma) və quraşdırılan borunun daxil edilməsi yolu ilə; sıxılan borudan qrunnun dövrü olaraq çıxarılması yolu ilə.

Kojuxa yerləşdirilən hissə boru kəmərinin yüksək məsuliyyət tələb edən hissəsidir və onun möhkəmliyi və etibarlılığı ilə bağlı daha yüksək tələblər qoyulur.

Keçiddə borunun divarının qalınlığı boru kəmərinin ümumi qalınlığından 15-25% böyük qəbul edilir. Əksər hallarda bu hissənin qaynaq-quraşdırma işləri yerində icra olunur. Keçid hissə sınaqdan keçirildikdən sonra onun səthi izolyasiya olunur, zədələnmələrdən qorumaq üçün ağac reykalarla futerovka edilir. Daha sonra boru hissəsinin kran-borudüzənlərlə futlyardan keçirilməsi yerinə yetirilir.

Keçidlərin xəndəksiz hazırlanması üsulunun seçilməsi boru kəmərinin diametrindən və uzunluğundan, qrunnun fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərindən və hidrogeoloji şərtlərindən asılıdır. Üsulun seçilməsi həm də tikinti təşkilatında müvafiq qurğu və avadanlıqların mövcudluğundan asılıdır.

Keçidin yerinə yetirilməsi üsulunun seçiminin asanlıığı üçün cədvəl 9.1-də verilmiş tövsiyələrdən faydalanmaq olar. Boru kəmərinin keçid hissəsi futlyara keçirildikdən sonra layihədə nəzərdə tutulan digər işlər (salnik araqat, şam borusu və s. quraşdırılması) yerinə yetirilir.

Boru kəmərinin xəndəksiz quraşdırılması zamanı kəşişən yolların bütövlüyü və normal iş ahəngi qorunur, torpaq işlərinin həcmi 60%-dək azalır, tikintinin müddəti və dəyəri azalır. Xəndəksiz keçidlərin optimal üsulunun seçilməsi magistral boru kəmərinin həndəsi ölçüləri, basdırılma dərinliyi, qrunnt şəraiti ilə müəyyən olunur.

Cədvəl 9.1

Xəndəksiz keçid üsullarının seçilməsi üçün tövsiyələr

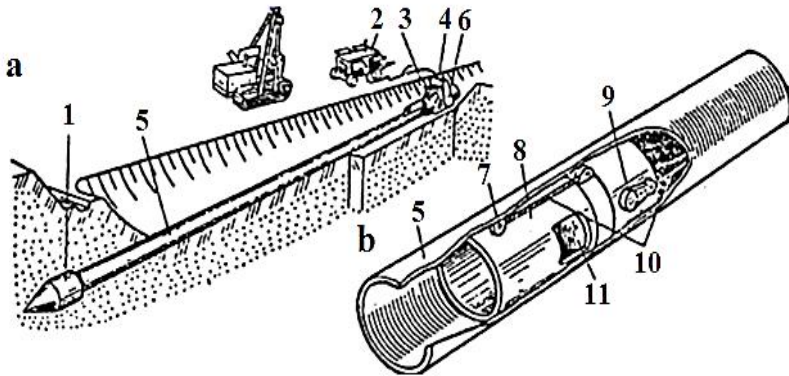
Üsul	Boru kəməri		Qrunt şəraiti	Keçid sürəti, m/saat	Tələb olunan sıxıcı qüvvə, kN	Üstün tətbiqinə məhdudiyət
	Diametr, mm	Uzunluq, m				
1	2	3	4	5	6	7
Dəlmə üsulu: Domkratların köməkliyi ilə mexaniki	50-500		Qumlu, gilli (mexaniki hissəciklər yoxdursa)		148-2450	Qaya qruntlarında tətbiq edilmir
Hidrodelmə	100 - 200 400 - 500	30 - 40 20	Qumlu və qumlu-gilli	1,6-1,4	250-1600	Üsul su mənbəyi və məhlulun atılması yeri - olduqda tətbiq edilir
Vibrodəlmə	500	60	Əlaqəsiz qum, qumlu-gilli	3,5-8	5-7,5	Bərk və qaya qruntlarında tətbiq edilmir

Cədvəl 9.1-in davamı

1	2	3	4	5	6	7
Pnevmodelmə	300-400	40-50	III qrupa yumşaq quntlar	30-40	0,75-25	Yüksək sulaşmış quntlarda tətbiq edilmir
Sıxışdırma üsulu	400- 2000	70-80	I-III qrup quntlarda	0,2-1,5	4500	Narin qumlu quntlarda tətbiq edilmir, Bərk quntlarda maksimal diametri boruların saxılması üçün tətbiq oluna bilər
Horizontal qazıma	325- 1720	40-70	Qumlu və gilli quntlarda	1,5-19	-	Qunt suları mövcud olduqda tətbiq edilmir

9.2.1. Dəlib keçmə üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin hazırlanması

Boru kəmərlərinin (diametri 800 mm-ə qədər) yol keçidlərinin tikintisi üçün dəlmə (yolun altını dəlməklə keçmə) üsulu geniş tətbiq olunur. Dəlmə prosesində qrunu boru-kojuxun önündə quraşdırılmış iti başlığın təsiri ilə dağıdır. Dəlmə hidravlik domkratların və ya vibrozərbə qurğularının yaratdığı statik qüvvə ilə həyata keçirilir. Şək. 9.8-də vibrozərbə qurğusundan istifadə etməklə keçidin tikilməsi sxemi göstərilmişdir.

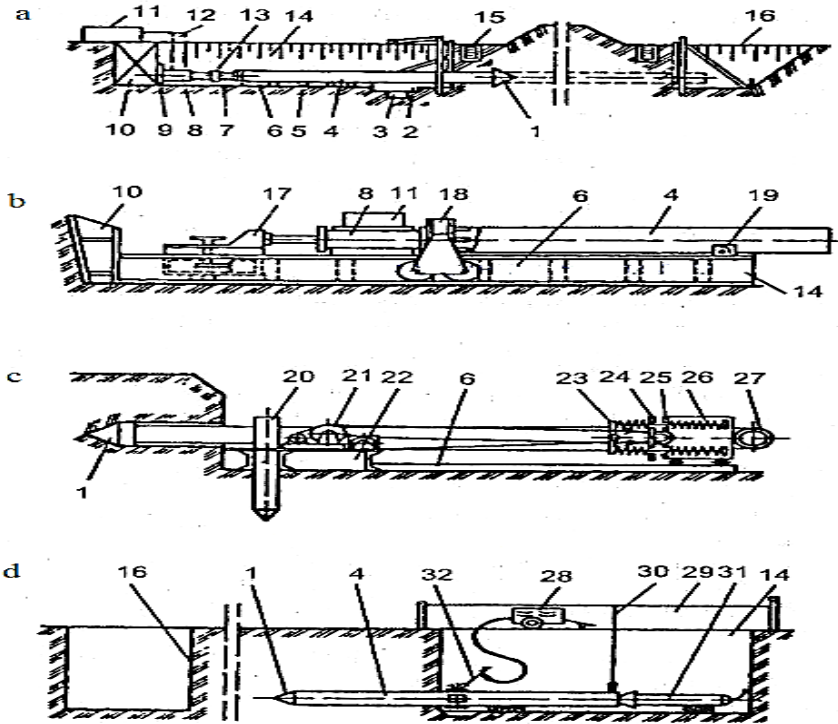


Şək. 9.8. UVQ-51 vibrozərbə qurğusundan istifadə etməklə keçidin tikilməsi sxemi

- a)- UVQ-51 vibrozərbə qurğusu ilə; b) - UVQ-51 qurğusunun vibrozərbə borucuğu; 1- konusşəkilli başlıq;
2- daşınan elektrostansiya; 3- qurğunun içərisində horizontal təsirli vibroçəkic yerləşdirilən korpusu;
4- elektrik mühərriki; 5- başlıq; 6- portal çərçivə;
7- tərpnəməz blok; 8- stakan; 9- elektrik intiqallı vibrobalta;
10- kojux daxilindəki borucuğu hərəkətə gətirən kanatlar;
11- qrunu boşaltmaq üçün pəncərə

Quru və nəmlənmiş I-III kateqoriyalı qruntlarda diametri 1020 mm olan boruların xəndəksiz, dəlmə üsulu ilə keçidləri UVQ-51 qurğusu ilə həyata keçirilə bilər. Ağırlığı 12,7 t, sıxma gücü 3400 kN və elektrik intiqallı mühərrikinin gücü 18 kVt olan bu qurğular verilən diametrli boru ilə 60 m uzunluğunda keçidi yerinə yetirməyə imkan verir. Qurğu başlığı boru kəmərinin ucuna qaynaq edilir. Qrun başlığın daxilindəki hissəciklə kənarlaşdırılır. Qurğunun işi quraşdırılan borunun domkratın hərəkət uzunluğu qədər (1m) sıxılması və başlıq daxilindəki hissənin borudan çıxarılaraq içərisindəki torpağın xəndəyə və ya nəqliyyat vasitəsinə boşaldılmasına əsaslanır. UVVQP-400 vibrozərbə qurğusu ilə 530-1020 mm diametrli boru keçidlərini (530 mm-ə qədər qruntu horizontal quyudan çıxarmadan, böyük diametrli borular üçün qruntu kənarlaşdırmaqla) yerinə yetirmək mümkündür.

Ümumi ağırlığı 6,3 t, zərbə hissəsinin kütləsi 2,5 t və elektrik mühərrikinin gücü 75 kVt olan bu qurğu ilə uzunluğu 50 m-ə qədər olan keçidləri quraşdırmaq mümkündür. UVVQP – 400 qurğusunun vibrozərbə borucuğu (şəkli 9.9, c) kojuxun daxilinə yerləşdirilir. Gedişi zamanı kojux açıq kənarı ilə qrunta daxil olur, sonra borucuq kanatla borunun kənarına gətirilir, vibroçəkicin köməkliyi ilə qrunta sancılır, onu götürür və kanatların köməyi ilə boşaltma pəncərəsinə gələrək, vibroçəkicin zərbələri ilə pəncərədən xəndəyin dibinə boşaldır. Keçid prosesi borunun qrunta 1-5 m daxil edilməsi və qazılan qrunnun boşaldılması ilə dövrü olaraq təkrarlanan ayırı-ayrı tsikllərdən ibarətdir.



Şək. 9.9. Dəlib keçmə üsulu ilə keçidlərin tikilməsi sxemi

- a)- işlərin ümumi sxemi; b)- QPU-600 qurğusu; c)- UVVQP – 400 qurğusu; d)- vibrovurucularla boruların vurulma qurğusu; 1- başlıq; 2, 3- düzləndiricilər; 4- boru; 5- şpallar; 6- istiqamətləndirici çərçivə; 7- sıxıcı borucuq; 8- hidrodomkratlar; 9- dayaq; 10- dayaq divarı; 11- nasos stansiyası; 12- yağ borusu; 13- sıxıcı tıxac; 14, 16- işçi və qəbul xəndəkləri; 15- lotok; 17- hərəkətli dayaq; 18- araba üzərində sıxıcı tava; 19- fiksator; 20- svay; 21- bucuq; 22- çərçivə; 23- planka; 24- zərbə qutusu; 25- istiqamətləndirici millər; 26- vibrasiya mexanizmi; 27- elektrik mühərriki; 28- elektrik qaynaq aparatı; 29- meydança; 30- otves; 31- pnevmovurucu; 32- boruların qaynaq edilməsi.

104-630 mm diametrli polad boruların I-IV qrup qruntlarda xəndəksiz dəlmə üsulu ilə quraşdırılması üçün QPU-600 qurğusundan istifadə edilir (şəkil 9.9). Bu qurğu “addımlayan domkratlar” prinsipi ilə işləyir. Əvvəlcə yağ stansiyasının işə salınması ilə hidrodomkratlarla sıxıcı tava və quraşdırılan boru birlikdə ştokun hərəkəti uzunluğunda (1,2m) irəli hərəkət etdirilir. İş tsikli bitdikdən sonra hərəkətli dayaq sərbəst qalır və domkratların əks hərəkəti ilə o quraşdırılan borunun ardınca önə gətirilir. Qeyd edilən əməliyyatlar borunun ilk hissəsi qrunta daxil edilənədək davam etdirilir, sonra hərəkətli dayaq, domkratlar və sıxıcı tava öz ilkin vəziyyətinə qaytarılır. Daha sonra borunun ikinci hissəsi quraşdırılır və iş dövrü olaraq keçidin tam hazırlanmasına qədər təkrarlanır.

QPU-600 qurğusundan istifadə etməklə keçidlərin işlənməsi qrunnun istənilən nəmlik dərəcəsində mümkündür.

Boruların hidrodəlmə üsulu ilə quraşdırılması borunun ön hissəsində yerləşdirilmiş xüsusi konusşəkilli başlıqdan təzyiqlə çıxan su şırnağının kinetik enerjisindən istifadə etməklə yerinə yetirilir. Başlıqdan təzyiqlə çıxan su şırnaqları qruntda diametri 500 mm-ə qədər olan oyuqlar yaradır ki, orada borular yerləşdirilir. Bu zaman suyun sərfi şırnağın sürətindən, suyun təzyiqindən və yuyulan torpağın kateqoriyasından asılıdır.

Hidrodəlmənin üstünlüyü işlərin görülməsinin sadəliyi və quyuyaranmanın yüksək sürəti ilə müəyyən olunur (30 m/gün). Bu üsulun az əhəmiyyət kəsb edən çatışmayan cəhətləri - keçidin uzunluğunun nisbətən az (20-30 m-ə qədər) olması, layihə oxundan mümkün kənara çıxmalar və iş şəraitinin işçi çalının çirklənməsindən (palçıqlı olmasından) irəli gələn mürəkkəbliklər hesab olunur.

Boru kəmərlərinin qumlu, qumlu-gilli qruntlarda xəndəksiz quraşdırılmasını hidrodəlmə üsulu ilə daha sürətli həyata keçirmək olar.

9.2.2. Sıxışdırma üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin hazırlanması

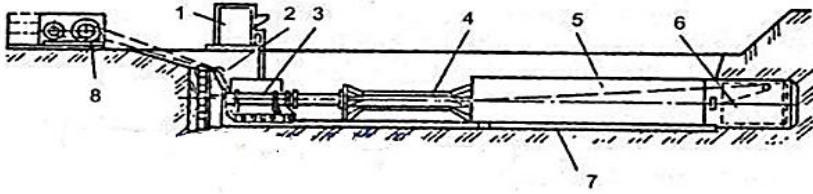
Boru keçidlərinin tikilməsinin sıxışdırma (basılma, itələmə) üsulu xəndəksiz keçidin daha universal üsulu hesab olunur. Bu üsul onunla səciyyələndir ki, quraşdırılan qoruyucu kojux qrunta sıxılır, kojuxa daxil olan qrunnt kütləsi kənarlaşdırılır. Sıxışdırma, əsasən hidrodomkratlarla həyata keçirilir. Belə üsulla kojuxun quraşdırılması uzunluğu 6-12 m olan hissələrin qaynaq edilməsi yolu ilə yerinə yetirilir.

I-III kateqoriyalı qruntda boru kəmərlərinin diametri 530-1720 mm olan keçidlərinin yerinə yetirilməsi üçün sıxışdırma üsulu tətbiq edilir. Bu üsulda kojux həlqəvi bıçaqla təchiz edilmiş açıq kənarı ilə qrunta salınır, başlığa daxil olan qrunnt isə quraşdırılan boru ilə əllə və ya mexanikləşdirilmiş üsulla çıxarılır. Sıxıcı avadanlıqlar qismində yükötürmə qabiliyyəti 500 t, ştokonun hərəkət məsafəsi 1,6 m olan nasos-domkrat qurğularından istifadə olunur. Quraşdırılan boruya qüvvə domkratlardan onun digər kənarı vasitəsilə polad sıxıcı çərçivə (travers) və ya polad sıxıcı halqanın köməkliyi ilə ötürülür. Boru kəməri domkratın ştokunun hərəkət uzunluğu qədər qrunta sıxıldıqdan sonra qüvvənin borunun son kənarına ötürülməsi sıxıcı borucuqlarla yerinə yetirilir.

I-III kateqoriyalı quru və nəm qruntlarda 60 m uzunluğunda 1220 mm diametrlı boru kəmərinin quraşdırılması üçün U-12/60 qurğusundan geniş istifadə olunur. Qurğu borunun ön hissəsində quraşdırılmış başlıqdan, sıxmanı 3400 Kn-a qədər artırma bilən sıxıcı hidrodomkratdan, nasos stansiyasından, bucurqad və dayaqdan ibarətdir (şək. 9.10).

Boru kəmərlərinin keçidlərinin sıxışdırma yolu ilə xəndəksiz quraşdırma üsulunda tətbiq edilən domkratların sayı sıxılma qüvvəsindən (P) asılıdır:

$$P = q_m l + [2 + (1 + \xi_0)P_1 + K_b]L \operatorname{tg} \varphi \quad (9.2)$$



Şək. 9.10. Sıxışdırma üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin işlənməsi üçün U-12/60 qurğusunun sxemi

- 1- hidroötürücü; 2- dayaq; 3- hidrodomkrat; 4- sıxıcı borucuq;
5- boru (kojux); 6- başlıq; 7- istiqamətləndirici; 8- bucurqad.

Burada: q_m - başlıq bıçağının qrunta sıxılmada həddi müqaviməti, kN; l - bıçağın perimetri, m; ξ_0 - qrunnun yan təzyiqi əmsalı; K_b - 1 m borunun (futlyarın) kütləsi, kq; L - borunun sıxılma uzunluğu, m; $t\varphi$ - borunun qrunta sürtünmə əmsalı; P_1 - borunun 1 m-nə düşən vertikal təzyiqdir.

$$P_1 = \rho D_x^2 / 3 t_b \quad (9.3)$$

Burada: ρ - qrunnun sıxlığı, t/m³; D_x - kojuxun diametri, m; t_b - professor M.M.Protodyakova görə qrunnun bərklik əmsalıdır.

Borunun sıxışdırılması üçün lazım olan qüvvənin təqribi qiyməti aşağıdakı kimi olar:

$$P = l \pi D_x L \quad (9.4)$$

Burada: I –qrunnun boru səthi ilə sürtünmə gücüdür (1m² boru səthi üçün 20-25 kN).

Borunun quraşdırılması üçün uzunluğu 13 m, eni 3 m, dərinliyi borunun layihə özülündən 0,1 m aşağı olmaqla xəndək qazılır. U-12/60 qurğusunun işi quraşdırılan borunun domkratın hərəkət uzunluğu qədər (1m) sıxılması və sonradan başlıq daxilindəki hissənin borudan çıxarılaraq içərisindəki torpağın boşaldılmasına əsaslanır. Torpaq xəndəyə və ya nəqliyyat vasitəsinə boşaldılır. Borunun diametrindən asılı olaraq, sıxışdırma üsulunda qurğularla qrunun kənarlaşdırılmasının müxtəlif üsulları tətbiq edilir. Diametri 500-800 mm olan borulardan

qruntun çıxarılması hidravlik üsulla həyata keçirilir. Daha böyük diametrlı borulardan qruntun kənarlaşdırılması kanat və bucurqadla hərəkətə gətirilən kiçik vaqonlar, tutumalar, yükünü özüboşaldan arabalar, lentli konveyerlər və s. ilə həyata keçirilir. Nəqliyyat vasitələri əl ilə (borunun diametri 1000-1200 mm olduqda) və ya kiçik qabaritli yükləyicilərlə doldurulur.

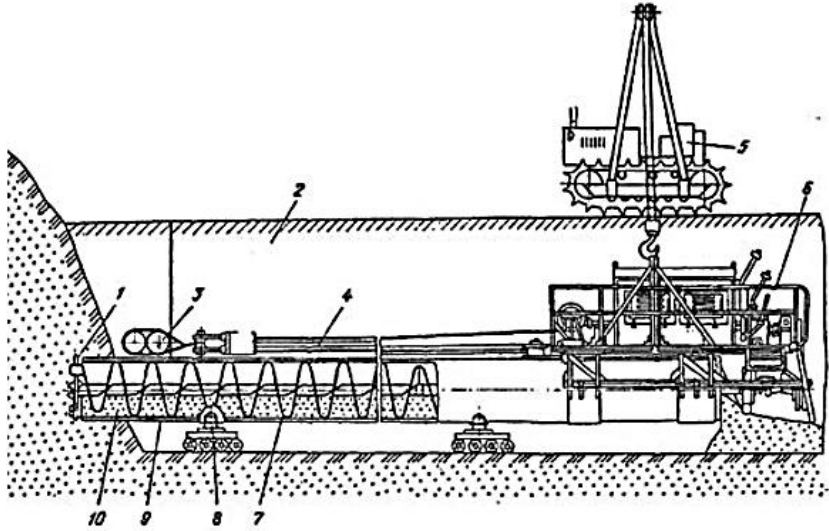
Sıxışdırma üsulu üçün tətbiq edilən qurğuların məhsuldarlığı qruntun fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərindən, boru kəmərinin diametrindən və uzunluğundan, domkratların gücündən, ştokun hərəkət sürətindən, həmçinin qruntun işlənmə və kənarlaşdırma üsullarından asılıdır və orta hesabla 0,5 – 1,5 m/saata çatır.

9.2.3. Horizontal qazıma üsulu ilə boru kəmərlərinin keçidlərinin hazırlanması

Magistral boru kəmərlərinin yol keçidlərinin tikilməsində horizontal qazıma üsulu da geniş tətbiq olunur. Horizontal quyuların qazılması və orada boru kəmərlərinin düzülməsi dövrü və fasiləsiz təsirli xüsusi mexanikləşdirilmiş qurğularla həyata keçirilir. Bu qurğular frezer başlığı ilə horizontal quyuyu qazır və eyni zamanda orada içərisindən boru kəməri keçirilən boru-kojux quraşdırılır. Horizontal qazıma qurğuları eyni iş prinsipinə malikdir və I-IV qrup qruntlarda 325-1420 mm diametrlı boru kəmərləri üçün uzunluğu 40-60 m olan kojuxun quraşdırılmasını təmin edir.

Horizontal qazıma və borunun quyuya salınması prosesi fərdi və birgə üsulla yerinə yetirilə bilər. Fərdi üsulda əvvəlcə quyuyu qazılır, sonra qazıma aləti oradan çıxarılarq boru kəməri çəkilir. Birgə üsulda isə qazıma aləti ilə birlikdə boru da hərəkət etdirilərək quyuda quraşdırılır.

Şək. 9.11-də boru kəmərlərinin yol keçidlərinin horizontal qazıma qurğuları ilə yerinə yetirilməsi sxemi göstərilmişdir.

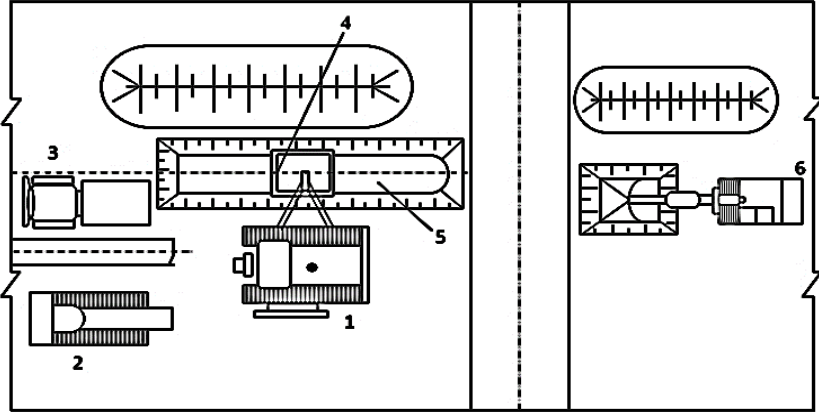


Şək. 9.11. Boru kəmərlərinin keçidlərinin horizontal qazıma qurğuları ilə işlənməsinin sxemi

- 1- qazıma aləti; 2- işçi xəndək; 3-dayaq; 4- trosLAR;
 5- borudüzən; 6- güc qurğusu; 7- şnek tipli transportyor;
 8- diyircəklər (roliklər); 9- quraşdırılan kojux;
 10- qazılan qrunT.

Keçidin tikilmə texnologiyası torpaq işləri və kojux üçün pletlərin qaynaq edilməsi ilə başlanır. Kojuxun uzunluğu keçid hissəsinin uzunluğundan 10-12 m çox olmalıdır. Torpaq işləri keçidin bir tərəfində işçi, digər tərəfində qəbul xəndəklərinin qazılmasından ibarətdir. İşçi xəndəyin dibində qazıma zamanı kojuxun hərəkətini təmin edən istiqamətləndirici arabalar quraşdırılır. Kojux (9) rolilər üzərində (8) xəndəyə (2) gətirilir. Kojuxun içərisinə ucunda qazıma aləti (1) olan şnek mexanizmi (7) yerləşdirilir. Şnek mexanizminin digər ucu borudüzənlə (5) asılı saxlanılan güc qurğusu (6) ilə əlaqələndirilir. Şnek mexanizminin və kojuxun irəliyə hərəkəti trosLAR (4) vasitəsilə gücü dayağa (3) ötürən güc qurğusu ilə birgə işləyən bucurqadın

köməkliyi ilə həyata keçirilir. Qazıma aləti önündəki qruntu qazır (kəsir), şnek mexanizmi isə onu kojuxun içərisi ilə hərəkət etdirərək xəndəyə tökür. Kojuxdan çıxan qrunt xəndəyin dibində hamarlanır (şək. 9.12).



Şək. 9.12. Boru kəmərinin yol keçidlərinin tikilmə sxemi

- 1- kran-borudüzən; 2- özüyəriyən qaynaq qurğusu;
 3- boru kəməri; 4- horizontal qazıma qurğusu;
 5- boru-kojux; 6-eksikator.

Qazıma bitdikdən sonra qurğu kojuxdan və şnekdən ayrılır. Keçidin hər iki tərəfində kojuxun uzunluğunu layihə qiymətinə çatdırmaq üçün seksiyalar qaynaq edilir. İşçi pletlər iki borudüzənlə trosarla dartılır. Qazıma qurğusunun işi zamanı ötürmə sürəti konkret qazıma şəraitindən asılı olaraq qəbul edilir. Bu sürət keçidlərin tikintisi üçün: orta qruntlarda 2-5,5 m/saat, ağır qruntlarda isə 1,8-3,5 m/saat təşkil edir.

9.3. Boru kəmərlərinin su hövzələrindən keçidlərinin hazırlanması texnologiyaları

Magistral boru kəmərlərinin trası çoxsaylı su maneələri ilə, böyük və kiçik çaylarla, sututarlarla kəşisir. Su maneələrindən keçidlərin tikilməsi boru kəmərinin xətti hissəsindən əvvəl və ya onunla eyni zamanda hazırlanan mürəkkəb texnoloji prosesdir. Böyük çayların kəşisməsində suüstü (fəza) və sualtı keçidləri tikilir. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi təcrübəsində daha çox sualtı çəkiliş tətbiq edilir.

Hazırda sualtı xəndəklərdə boru kəməri keçidlərinin quraşdırılmasının üç əsas üsulu tətbiq edilir: *diblə dartılma; suya dalma (bütün uzunluğu boyu boru kəmərinin su səthindən batırılması) və su səthindən boru kəmərinin seksiyalarla tədrici uzadılması* (quraşdırılması). İlk iki üsul analoji olaraq bataqlıq və sulaşmış ərazilərdə də tətbiq edilir. Sonuncu üsulda boru kəmərinə yeni seksiyalar əlavə olunduqca suya batırılır.

Sualtı keçid məcra və quru hissələrindən ibarət olur. Keçid boru kəmərinin sualtı xəndəyə qoyulmasını nəzərdə tutan yeraltı konstruksiyada icra edilir. Boru kəmərinin sualtı xəndəkdə düzülməsi onu su nəqliyyatının zədələnmələrindən, bilavasitə suyun təsirindən mühafizə edir. Sualtı keçidlərin quraşdırılmasının iki konstruksiyası mövcuddur: *birxətli və ikixətli və ya çoxxətli*. İkixətli keçid – bir-birindən müəyyən məsafədə olan sualtı xəndəklərdə yerləşmiş əsas və ehtiyat xətlərdən ibarətdir.

Eni böyük olan çaylardan keçidlərin tikilməsi üçün özündə aşağıdakıları birləşdirən xüsusi sənaye meydançası təşkil olunur: qaynaq bazası, boru və boru seksiyalarının izolyasiya və futerovka edilməsi üçün baza, futerovka olunmuş boru seksiyalarının sualtı keçidin başlanğıcına batırılması üçün eniş yolu.

Sualtı keçidin tikilməsi özündə aşağıdakı tikinti-quraşdırma işlərini birləşdirir: hazırlıq, torpaq, qaynaq-quraşdırma, izolyasiya və futerovka, boru kəmərinin sualtı xəndəyə düzül-

məsi, sualtı xəndəyin əks doldurulması, sualtı keçidin daxili səthinin təmizlənməsi və sınağı.

Keçidin tikilməsinin ilk mərhələsində trasın geofiziki və hidrometrik çəkilişi, keçidin quraşdırılması üçün yolların hazırlanması və s. daxil olmaqla hazırlıq işləri yerinə yetirilir. Geofiziki işlər sualtı xəndəyin faktiki profilinin tərtib edilməsi və onun planda yerləşdirilməsi ilə bağlıdır. Hidrometrik işlər su axınlarının sürətlərinin müəyyən edilməsi, suölçmə postlarında su səviyyəsinin ölçülməsini nəzərdə tutur.

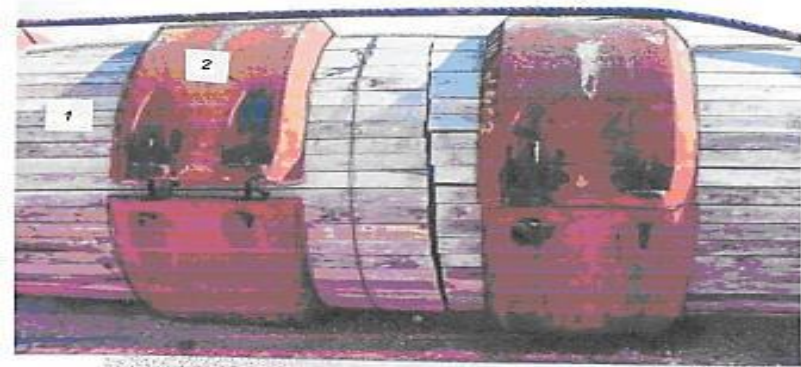
Sahil hazırlıq işləri – bu, sənaye meydançasında qaynaq bazasının, boru seksiyalarının izolyasiya və futerovkası üçün bazanın və eniş yolunun qurulması işlərindən ibarətdir. Boru kəmərlərinin sualtı keçidlərinin tikilməsində ən çox əmək tutumlu işlər ümumi çəkilişin dəyərinin 50%-ni təşkil edən torpaq işləridir.

Torpaq işləri - keçidin subasar hissəsində pletlərin hazırlanması üçün sualtı və adi xəndəklərin qazılması üzrə işlərdir. Çayın eni və dərinliyindən, gəmilərin keçməsinə asılı olaraq müxtəlif yerqazan texnikalar tətbiq edilir. Bu məqsədlə geniş istifadə edilən maşınlardan torpaqsovuranlar, skreper qurğuları, üzmə vasitələri üzərində ekskavatorlar və xüsusi mexanizmləri göstərmək olar.

Hazırda beynəlxalq təcrübədə boru kəmərlərinin su keçidləri üçün sualtı xəndəklərin qazılması məqsədilə yüksək məhsuldarlıqlı yerqazan maşınların istehsalı sahəsində böyük təcrübə əldə edilmişdir. Yaponiyanın “Yapon dənizi” firması tərəfindən zəif qruntları qazmaq üçün məhsuldarlığı 200 m³/saat olan borubasdıran qurğu yaradılmışdır. ABŞ-ın “Braun and Rut” kompaniyası məhsuldarlığı 300 m³/saat olan, qruntun yüksək təzyiqli su şırnaqları ilə dağıdılması prinsipi ilə işləyən qurğu hazırlamışdır. Bu qurğu eni 1,2 m və dərinliyi 2 m olan xəndəklər qazır.

Sualtı xəndəyin qazılması ilə yanaşı, sənaye meydançasında işlər görülür, sualtı boru keçidinin seksiyaları hazırlanır. İlk

növbədə qaynaq bazasında borulardan flüs altında avtomatik qaynaqla uzunluğu 36-48 m olan seksiyalar hazırlanır. Sonra elektrik qövs qaynağı ilə ayrı-ayrı seksiyalar öz aralarında qaynaqla birləşdirilərək, çox güclü izolyasiya olunurlar. Boru kəməri seksiyalarının quraşdırılması zamanı izolyasiya örtüyünün zədələnməməsi üçün onların səthi ağac reykarlarla futerovka olunur və ballastlanır, yəni, boru kəmərinin hövzənin dibindəki sualtı xəndəyə qoyulmasını təmin etmək üçün seksiyaların üzərinə çuqun və ya dəmir-beton ağırlaşdırıcılar əlavə edilir (şək. 9.13).

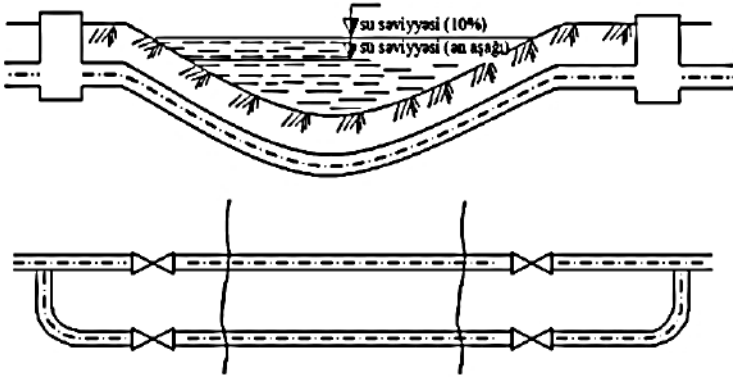


Şək. 9.13. Sualtı xəndəyə düzülmək üçün hazırlanmış boru kəmərinin ümumi görünüşü
1- futerovka; 2- ağırlaşdırıcı yüklər.

Lakin ayrı-ayrı ağırlaşdırıcı yüklərin quraşdırılması qazılmış xəndəyin ölçülərinin artmasına səbəb olur. Ona görə də ağırlaşdırmanın perspektiv üsulları sırasına sualtı boruların ankerlənməsi, boruların səthinin bütövlükdə betonla örtülməsi (ballastlanması) və ya "boru boruda" tipli çəkilişdə borular arasına fəzanın ağırlaşdırıcı məhlulla doldurulmasını aid etmək olar.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, sualtı keçidlər bir, iki (çox da mümkündür) xətlə tikilir. Aşağı su səviyyəsi 75 m və daha çox olduqda su maneəsi ilə kəsişmədə mütləq boru kəmərinin ehti-

yat xəttinin quraşdırılması məsləhət görülür (şək. 9.14). Qonşu xətlərin oxları arasındakı minimal məsafə diametri 1000 mm-ə qədər olan boru kəmərləri üçün 30 m, 1000 mm-dən çox olduqda 50 m olmalıdır.



Şək. 9.14. Sualtı keçidin sxemi

Sxemdən görüldüyü kimi, sualtı keçid əsas və ehtiyat xətləri, sahilə siyirtmələri özündə birləşdirir. Əsas xətdə qəza halları baş verdikdə və ya təmir zərurəti yarandıqda o, bağlayıcı qurğularla qapanır və nəql olunan məhsul ehtiyat xəttə yönləndirilir.

Sualtı keçidlərin tikilməsi zamanı diqqət tələb edən texnoloji əməliyyatlardan biri – boru kəmərinin sualtı xəndəkdə quraşdırılmasıdır. Təcrübədə enli çayların, göllərin, sututarların və s. su maneələrinin keçidlərinin tikilməsi üçün aşağıdakı üsullar tətbiq edilir:

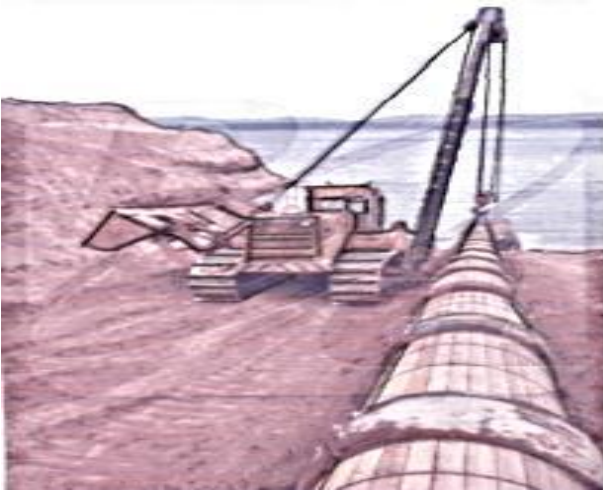
1. Keçidin sahilə qaynaq edilmiş, möhkəmliyə sınaq edilmiş, izolyasiya və futerovka olunmuş ayrı-ayrı seksiyaları barjlar üzərində layihə yerinə daşınaraq, burada vahid pletdə qaynaq edilir. Zəruri halda plet sututarın dibinə və ya sualtı xəndəyə endirilməzdən qabaq ballast ağırlaşdırıcıları ilə təchiz olunur.

2. Sahillərin birində plet bir kənarından başlanaraq barjdan sututarın dibinə endirilir. Boru kəmərinin əyilməsinin qar-

şısını almaq üçün pletin suya endirilən kənarı yakorlarla bərkidilir. Boru kəməri uzandıqca və barj hərəkət etdikcə layihə nöqtəsində hazırlıq işləri görülür və keçidin sonrakı bütün sekiyalarının suyun altına endirilməsi yerinə yetirilir.

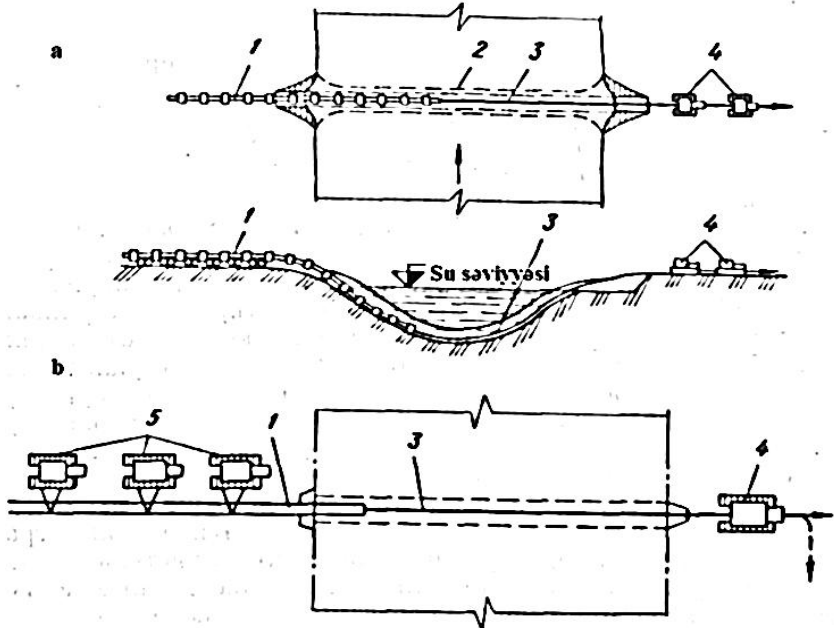
3. Boru kəmərinin sututarın dibi ilə dartılması. Bu üsul o zaman tətbiq edilir ki, bir sahilə tikinti meydançasında boru kəmərinin su keçidinin dibi ilə dartılması üçün lazım olan avadanlıqların, digərində isə suya endirmə yollarının və stapellərin yerləşdirilməsinə imkan olsun.

Sualtı keçidlərin tikilməsi zamanı boru kəmərinin qruntun səthi ilə dartılması üsulu da geniş tətbiq edilir. Bu üsulun icrasının əsas mexanizmləri bucurqad və traktorlardır (şək. 9.15).



Şək. 9.15. Sualtı keçidlərin tikilməsi zamanı boru kəmərinin qruntun səthi ilə dartılması

Keçidlərin dartılma üsulu ilə tikilməsi gəmiçilikdə fasilələr yaranmasını aradan qaldırır. Boru kəmərinin su hövzəsinin dibi ilə çəkilməsi digər sahilə yerləşdirilmiş traktorla həyata keçirilir (şək. 9.16).



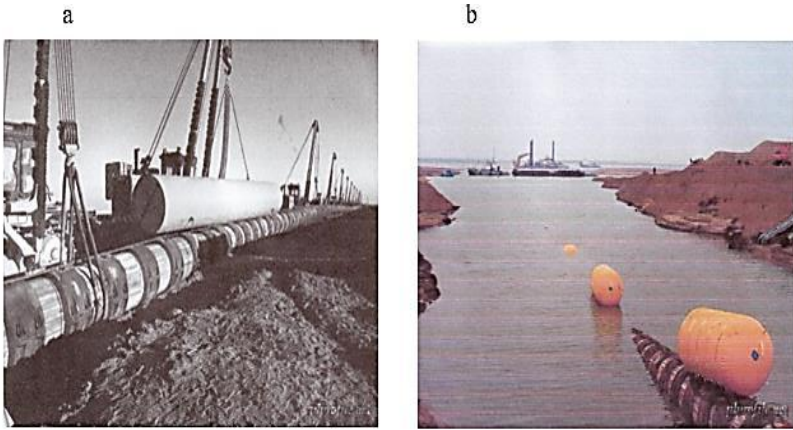
Şək. 9.16. Boru kəmərinin suyun dibi ilə dartılma sxemi

a) - hərəkət istiqaməti dəyişmədən; b) - borudüzənlərin köməyi ilə; 1- boru kəməri; 2- xəndək; 3- tros; 4- traktor; 5- borudüzənlər.

Sualtı keçidlərin tikilməsi üzrə bütün işlər kompleksi layihədə göstərilmiş texnoloji ardıcılığa ciddi riayət olunmaqla yerinə yetirilməlidir. Keçidin oxunun davamında mailliyi sututara tərəf olan enmə yolu və yanında tikinti meydançasına daxil olan qaynaq və izolyasiya edilmiş boru sekiyalarının və ya tək-tək boruların yerləşdirilməsi üçün 0,9 m hündürlükdə stapellər düzəldilir. Boruların yığılması, qaynaq edilməsi, qaynaq tikişlərinin rentgenoskopiya ilə yoxlanması, izolyasiyası və boru kəmərinin tam futerovka edilməsi stapellər üzərində yerinə yetirilir. Ucları tıxaclarla qaynaq edilərək qapanmış hazır boru kəməri eniş yoluna

düzülür. Zərurət olduqda boru kəməri ağırlaşdırıcılarla və pontonlarla təchiz olunur.

Sualtı keçidlərin digər üsulları boru kəmərinin ağırlaşdırıcılarla sualtı xəndəyə sərbəst dalmasına əsaslanır. Bu zaman ağırlaşdırıcı yüklərlə quraşdırmaya tam hazır olan ballastlanmış boru kəmərinin suyun üzündə qalmasını təmin etmək üçün üzərinə pontonlar quraşdırılır. Bu məqsədlə müxtəlif konstruksiyalı pontonlardan istifadə edilir: metal və sintetik (şək. 9.17).



Şək. 9.17. Boru kəmərinin suyun üzündə nəqli üçün onun üzərinə quraşdırılan pontonlar
a)- metal pontonlar; b)- sintetik pontonlar.

Pontonlu boru kəməri eniş yolu ilə suya endirilir və suyun səthi ilə əks sahilə nəql edilərək sualtı xəndəklə eyni xətt üzərində saxlanılır. Sonra pontonların açılması və boru kəmərinin tədricən xəndəyə endirilməsi yerinə yetirilir (şəkil 9.18).



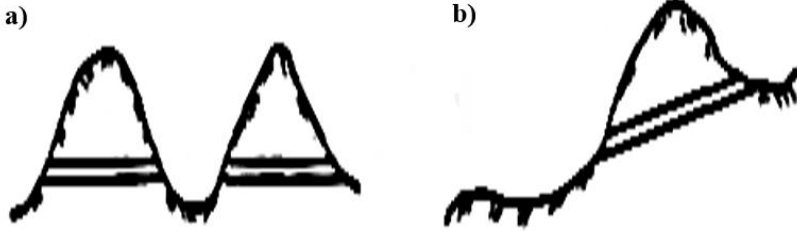
Şək. 9.18. Pontonların açılması ilə boru kəmərinin suya dalma sxemi

Şək. 9.18-dən görüldüyü kimi, a sahəsində boru artıq xəndəyin dibində yerləşir, b sahəsində isə boru əyilərək üzmədə olan sahəyə keçir.

9.4. Boru kəmərlərinin tunellərdə çəkilməsi

Magistral neft-qaz kəmərlərinin bir qismi dağ aşırımlarından keçir. Ona görə də dağ şəraitində boru kəmərlərinin izolyasiya-borudüzmə işlərinin tətbiqi ilə çəkilməsi heç də həmişə mümkün olmur.

Beynəlxalq təcrübədə magistral boru kəmərlərinin tunellərdə çəkilməsi üsulu geniş tətbiq olunur. Boru kəmərlərinin çəkilməsi üçün tunellərin inşası onların trasının xeyli qısalmasına imkan verir. Şəkil 9.19-da boru kəmərlərinin çəkilməsi üçün tunellərin səmərəli yerləşmə sahələri göstərilmişdir.



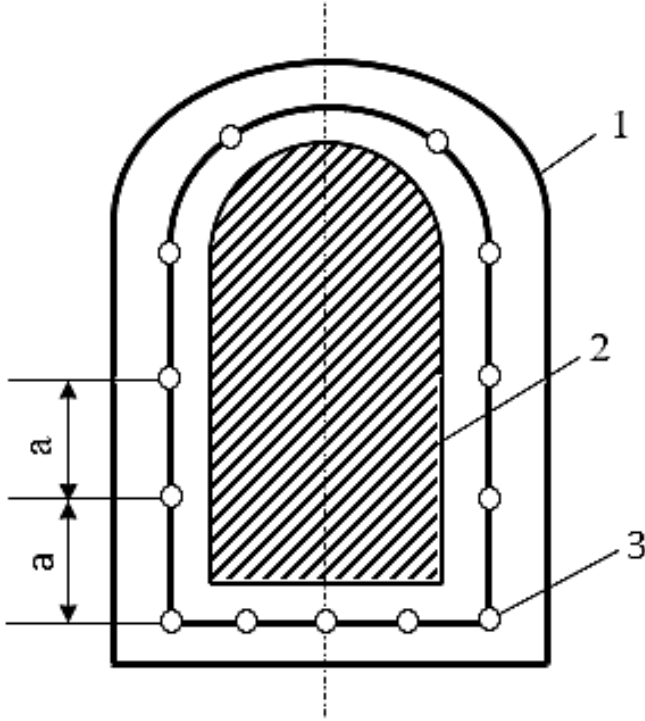
Şək. 9.19. Tunelin yerləşmə sxemi
a)- horizontal yerləşmə; b)- maili yerləşmə.

Nəqliyyat tunelləri ilə müqayisədə boru kəmərləri üçün tikilən tunellərin ölçüləri daha kiçik olur. Məsələn, 1420 mm diametrli boru kəməri üçün tunelin en kəsiyi 2,5 x2,5 m olur. Nəqliyyat tunellərindən fərqli olaraq, boru kəmərlərinin tunelləri 15^0 mailliyə və planda sərt döngələrə malik ola bilərlər. Belə tunellərin betonla işlənməsinə ehtiyac yoxdur.

Tunellərin divarları yalnız çatlar və dağ süxurlarının uçma təhlükəsi olduqda sementlənilir. Tunellərin hazırlanması, əsasən qazma-partlayış üsulu ilə yerinə yetirilir. Bu işlərin aparılma texnologiyasına qoyulan əsas tələblər onların dayanıqlığının təmin olunması ilə bağlıdır. Bu məqsədlə kontur partlayışdan istifadə olunur. Bu, qazıntının konturu boyu bir-birindən azca aralı dəliklərdə şpur partlayıcıların yerləşdirilməsi ilə yerinə yetirilir. Bu, kontur partlayışları adlanır.

Qazıntının mərkəzi hissəsi kəsilməklə və ya pnevmoçəkiclə işlənir (şək. 9.20).

Tunellərin tikilməsinin partlayış üsulu ilə yanaşı, keçid şitlərinin köməyi ilə mexanikləşdirilmiş işlənmədən də istifadə olunur. Rusiya-Türkiyə layihəsi olan “Mavi axın” magistral qaz kəmərinin tikintisində dağlarda ikisi şit keçid kompleksinin tətbiqi ilə olmaqla üç tunel hazırlanmışdır. Tunellərin diametri 2,15 m, ümumi uzunluğu 3 km olmuşdur.



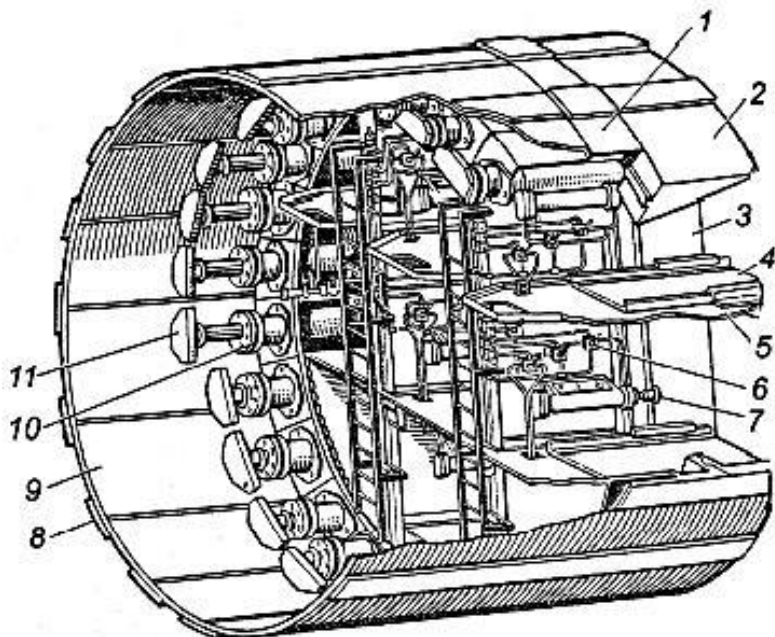
Şək. 9.20. Tunellərin kontur partlayışı üsulu ilə tikilməsi zamanı şpurların yerləşdirilmə sxemi

1- qazıntının konturu; 2- partlayış nəticəsində dağılan süxurlar; 3- kontur şpuru; a)- kontur şpurları arasındakı məsafə.

Keçici şitlər – mexanikləşdirilmiş üsulla qazıma zamanı tunel divarlarının uçmasının qarşısını alan əsas vasitələrdir. Şit –silindr şəkilli hərəkət edən polad qazıma alətidir. Şitin forması qazılan tikilinin forması ilə eynidir. Şitin əsas hissələri kəsici və dayaq halqalarıdır. Süxurlar qazıldıqdan sonra kəsici halqanın önündə yerləşən şit hidrosilindrlərin köməyi ilə süxurlardan təmizlənmiş boşluğa doğru irəli hərəkət edir (şək. 9.21).

Keçici şitlər qazılmış qruntun konveyerə (transportyora) və ya bilavasitə vaqonetkalara yüklənməsi üçün mexanizmlə

təchiz edilirlər. Qismən mexanikləşdirilmiş şitlərdə qrunun yüklənməsi yükləyici maşınlarla, kiçik diametrlı şitlərdə isə əl ilə yerinə yetirilir.

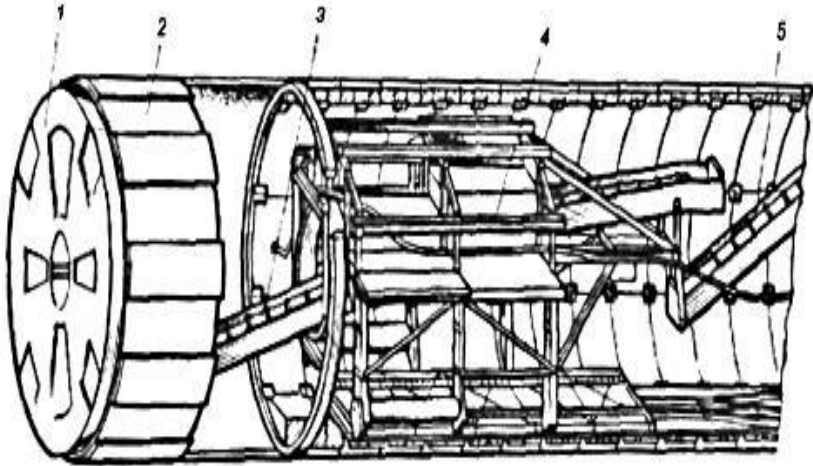


Şək. 9.21. Qismən mexanikləşdirilmiş keçici şit

- 1- dayaq halqası; 2- kəsici halqa; 3- şaquli arakəsmə;
- 4- hərəkət edən platforma; 5- üfüqi platforma; 6- hidravlik sistem;
- 7- ön hidrosilindr; 8- nakladka; 9- şitin köynəyi;
- 10- şitşəkilli hidrosilindr; 11- dayaq dəstəyi.

Mexanikləşdirilmiş şitlərdə yükləmə qurğusunun müxtəlif həlləri mövcuddur. Müasir şit kompleksləri qrunun qazılması və divarın bərkidilməsi, qrunun yüklənməsi və kompleksdən kənara daşınması, tuneltamamlama və s. proseslərinin yerinə yetirilməsini təmin edir. Şək. 9.22-də tunellərin tikilməsi zamanı bütün işlərin tam mexanikləşdirilməsinə imkan verən mexanikləşdirilmiş keçici kompleks göstərilmişdir.

Mexanikləşdirilmiş komplekslərdə şit qrunun qazılması və yüklənməsi üçün işçi orqana, həmçinin süxurların kompleksdən kənara daşınması üçün konveyerə malikdir. Şitin arxasında onunla ilişmədə işləyən tuneltamamlama elementi (tunel divarına astar qatı düzən), tunel konveyeri və digər texnoloji avadanlıqlar quraşdırılır. Dayanıqsız süxurların keçidi zamanı şitin işçi orqanı qrunu qazımaqla yanaşı, tunel divarlarını dağılmadan qoruyur.



Şək. 9.22. Mexanikləşdirilmiş keçici kompleks

1- işçi orqanı; 2- şit; 3- konveyer;
4- tuneltamamlama elementi; 5 – tunel konveyeri.

X FƏSİL

SUALTI NEFT VƏ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN TİKİLMƏSİ

Boru kəmərinin su maneələri (çay, su anbarı, göl, dəniz akvatoriyası və s.) ilə kəsişmələrində su səthindən aşağıda quraşdırılmış hissəsi - sualtı boru kəməri adlanır. Sualtı boru kəmərləri dibində quraşdırıldığı su obyektinin adından asılı olaraq çay, bataqlıq, dəniz və s. boru kəmərləri adlandırılır. Əgər boru kəməri su maneəsini tam keçirsə, o müvafiq su maneəsinin adı ilə (məsələn, boru kəmərinin Kürdən, Volqadan, Kama su hövzəsindən və s. keçidi) adlandırılır.

Çətin istismar şəraitində yerləşən sualtı boru kəmərləri nəql edilən məhsulun işçi təzyiqindən başqa həm də xaricdən suyun hidrostatik təzyiqinə, dalğa və axının təsirlərinə məruz qalırlar.

Sualtı neft və qaz kəmərləri üçün borular, əsasən azlegirlənmiş poladdan hazırlanır. Boru divarının qalınlığı daxili təzyiqdən, su keçidinin xarakterindən, nəql edilən məhsulun növündən və s. şərtlərdən asılı olaraq seçilir.

Əksər sualtı boru kəmərlərini korroziyadan və mexaniki zədələnmələrdən mühafizə etmək məqsədilə onların xarici səthinə antikorroziya örtüyü çəkilir və futerovka olunur. Sualtı qaz kəmərləri, həmçinin yüngül məhsulları nəql edən digər boru kəmərləri müxtəlif konstruksiyalı ağırlaşdırıcılarla (çuqun, beton, dəmir-beton və s.) ballastlanır.

Aqressiv məhsulların nəqlini həyata keçirən sualtı boru kəmərlərinin etibarlılığını artırmaq məqsədilə “boru boruda” tipli konstruksiya da tətbiq edilir. Daxili boru nəql edilən məhsul üçün nəzərdə tutulur. Borular arasına fəza isə inert qazla (məsələn, azotla) və ya maye ilə doldurulur.

10.1. Sualtı boru kəmərlərinin konstruktiv xüsusiyyətləri

Sualtı boru kəmərlərinin əsas məsələləri sırasına onların konstruktiv parametrlərinin – boru materialı, onların diametri və divarının qalınlığı, quraşdırma üsulu, korroziyadan mühafizəsi, dayanıqlılığının təmin olunması və s. istismar xarakteristikalarının seçilməsi və əsaslandırılması daxildir.

Sualtı boru kəmərlərinin konstruksiyası konkret tikinti və istismar şəraitini nəzərə almaqla müxtəlif variantların müqayisəli texniki-iqtisadi təhlilindən sonra seçilir.

Akvatoriyada hövzənin dibinə nisbətən yerləşməsinə görə boru kəmərlərinin aşağıdakı konstruktiv formaları mövcuddur:

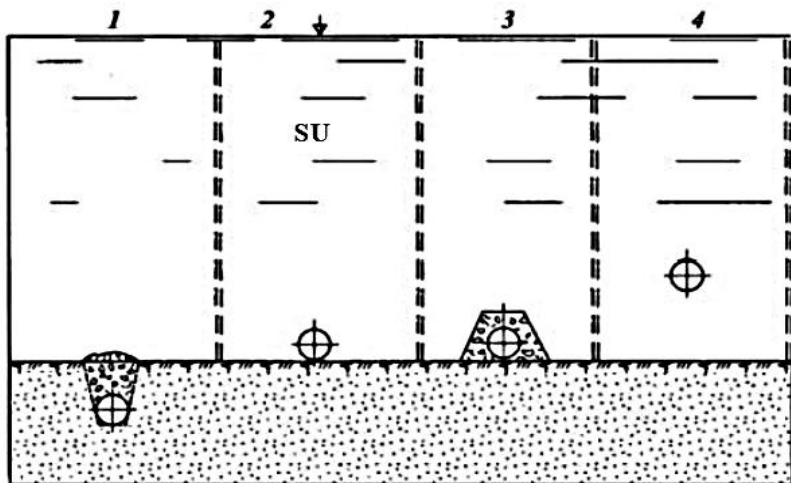
- qruntda basdırılmış boru kəmərləri;
- dibdə yerləşdirilmiş, üstü gömülməmiş boru kəmərləri;
- dibdə yerləşdirilmiş, üstü gömülmüş boru kəmərləri;
- eyni mühtdə, yəni su səthindən aşağıda və dibdən yuxarıda yerləşmiş boru kəmərləri.

Şək. 10.1-də dəniz sualtı kəmərlərinin yerləşmə sxemləri göstərilmişdir.

Bu sxemlərin istənilən biri konkret şəraitdən (suyun dərinliyi, qrunnun növü, basdırılmamış boru kəmərinin zədələnmə ehtimalı və s.) asılı olaraq seçilir. Məsələn: dibdəki qrunn qaya, dərinlik isə çox olarsa, belə halda 1 (qruntda basdırılmış) sualtı sxemi üzrə xəndəyin qazılması çətinlik törədə bilər.

Göstərilən sxemlərin konstruktiv xüsusiyyətlərinə nəzər yetirək.

10.1.1. Basdırılmış boru kəməri. Bu sxem (basdırılmış boru kəməri) üçün əsas şərt nəzərdə tutulan istismar dövründə boru kəmərinin su hövzəsinin proqnozlaşdırılan yuyulma dərinliyindən aşağı səviyyədə basdırılmasıdır (şək. 10.2).

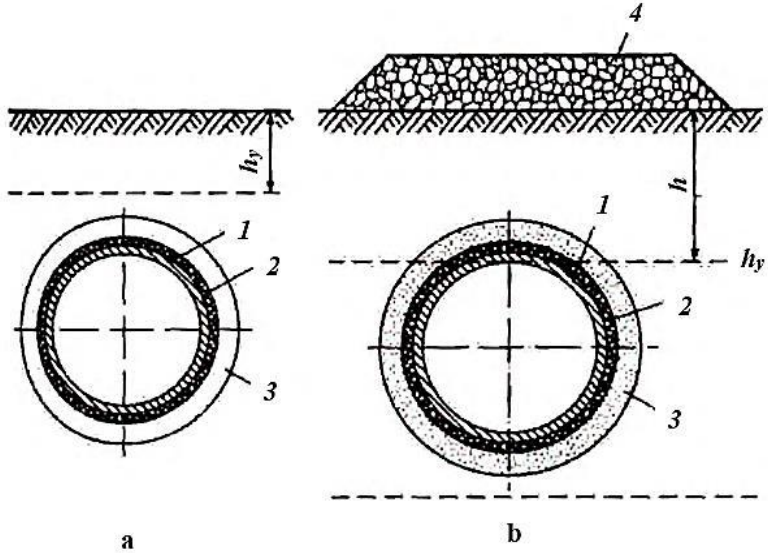


Şək. 10. 1. Sualtı kəmərlərin yerləşmə sxemi

1- qruntda basdırılmış; 2- dibdə yerləşdirilmiş, üstü gömülməmiş; 3- dibdə yerləşdirilmiş, üstü gömülmüş; 4-suda.

Bundan başqa, su hövzəsində işləyən və ya oradan keçən gəmilərdən atılmış əşyalar və yakorlar (lövbər) tərəfindən boruların zədələnmə ehtimalını da nəzərə almaq lazımdır.

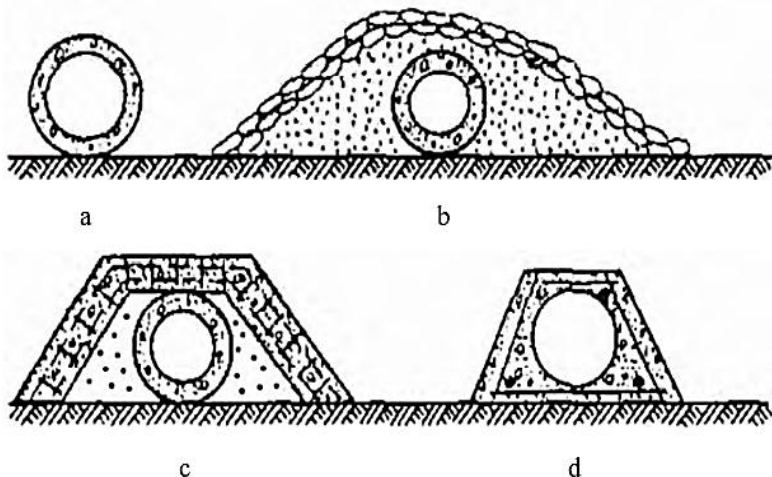
Boru kəmərinin qrunnun yuyulma səviyyəsindən (h_y) aşağıda basdırılması zamanı (şək. 10.2, a) borunun mexaniki zədələrdən qorunmasına ehtiyac qalmır. Boru kəmərinin konstruksiyası daha sadədir: boru kəməri (1) korroziya əleyhinə örtüklə (2) üzünür, əgər boru kəməri müsbət üzməyə malikdirsə, ağırlaşdırıcı yüklərlə (3) təchiz olunur. Əgər boru kəməri $h < h_y$ və ya $h < h_{yak}$ dərinliyində yerləşirsə (burada: h_{yak} - yakor və digər əşyaların qruntda daxilolma dərinliyidir), onda boruların mexaniki zədələrdən mühafizəsi üçün ya güclü mühafizə örtüyü, məsələn, dəmir-beton təbəqə, ya da daş yığıcı, beton plitələr və s. vasitəsilə (4) boru kəmərinin üzərində qrunnun bərkidilməsi tətbiq olunur (şək. 10.2, b).



Şək. 10.2. Basdırılmış boru kəmərinin sxemi

a- qrun tun yuyulma səviyyəsindən aşağıda basdırılma;
 b- yuyulma dərinliyində basdırılma; 1- boru; 2- izolyasiya
 örtüyü; 3- ağırlaşdırıcı örtük; 4- daş yığımı.

10.1.2. Boru kəmərlərinin basdırılmadan çəkilməsi. Bu sxem (şək. 10.3) yalnız boru kəmərinin altındakı qrun tun yuyulmasının istisna təşkil etdiyi hallarda tətbiq edilə bilər. Ona görə də boru kəmərlərinin bu sxem üzrə çəkilməsi yalnız çox sıx və qaya qrun tlarında, yəni su axınının maksimal sürətlərində boru altındakı qrun tun yuyulmadığı hallarda mümkün ola bilər. Əgər bu şərt təmin olunmazsa, yəni boru kəmərinin müəyyən uzunluğa malik bir hissəsi asılı vəziyyətdə qalarsa, onda bu hissədə yerdəyişmə tərəddüdləri yaranır. Müəyyən şəraitdə tərəddüdlər rezonans rejiminə keçə və boruların dağılmasına səbəb ola bilər.

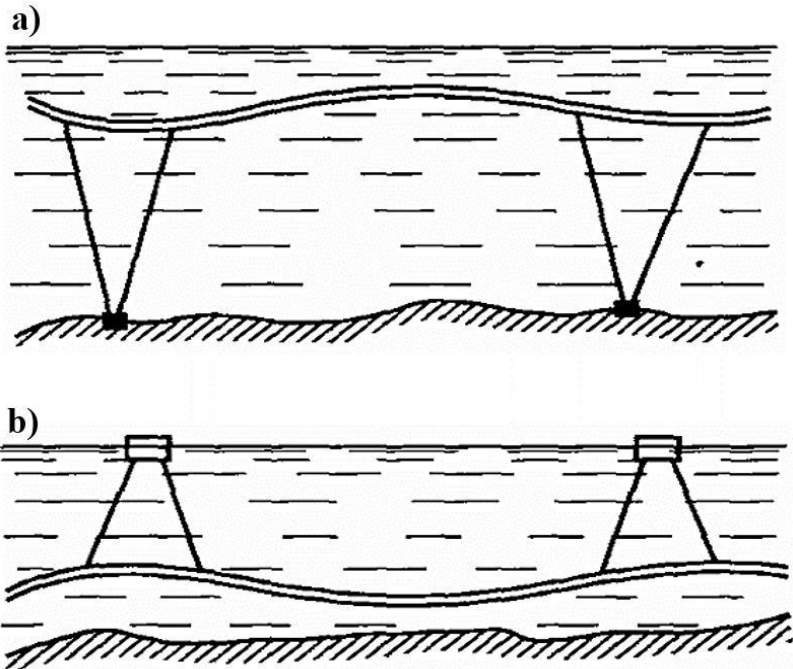


Şək. 10.3. Boru kəmərinin basdırılmamış sxemi
 a- bütöv betonlama; b- tökmədə; c- tökmədə mühafizə təbəqəsi ilə; d- monolit mühafizə formasında.

Çəkilmə yerində lövbərlərin təsirindən mexaniki zədələnmə təhlükəsinin olmaması, qruntun yuyulmaması və boruların korroziyadan mühafizə edilməsi belə su hövzəsinin dibində çəkilən boru kəmərinin istismar etibarlılığına təminat verə bilməz. Belə ki, istismar prosesində nəql edilən məhsulun təzyiqinin və temperaturunun dəyişməsi ilə bərkidilməmiş boru kəməri uzununa və eninə istiqamətlərdə yerdəyişmələrə məruz qala bilər. Nəticədə kiçik mexaniki möhkəmliyə malik izolyasiya qatı dağılır və boruların korroziyadan sürətli dağılması baş verir. Ona görə də basdırılmamış sxemdə boruların səthi antikorroziya qatı ilə yanaşı, onları mexaniki zədələrdən qoruyan örtüklə də örtülməlidir. Boru səthinin bütöv şəkildə betonlanması (şək. 10.3, a), həmçinin müxtəlif tipli qrunt-daş yığımları ilə (gömmələri) və mühafizə konstruksiyaları (şək. 10.3, b, c, d) ilə örtülməsi belə örtük rolunu oynaya bilər.

10.1.3. Asılı boru kəməri. Bu kəmərlər dayaq konstruksiyaları üzərində asılmış sərt xəttədən ibarətdir. Dayaq qurğuları iki növdə ola bilər: dibə söykənən (şək. 10.4, a) və suda üzən (şək. 10.4, b).

Əgər boru kəməri mənfi üzmə qabiliyyətlidirsə, onda böyük dərinliklərdə onun vəziyyətinin stabiləşməsi üçün üzərinə boru kəmərinin yumşaq (əyilə bilən) troslarla bağlandığı üzən dayaqların tətbiqi məqsədəuyğundur. Müsbət üzmə qabiliyyətli kəmərlərin, məsələn, qaz kəmərlərinin su hövzəsinin dibinə bərkidilməsi məqsədəuyğundur. Boru kəmərlərinin asılı sxemləri onların axınının və dalğaların təsirinə, habelə yakor, balıqçılıq avadanlıqlarının işləməsinə davamlı olmasını təmin edir.



Şək. 10.4. Asılı boru kəmərinin sxemi
a- dibə söykənmiş dayaq; b- su səthində üzən dayaq.

10.2. Dəniz boru kəmərlərinin çəkiliş texnologiyaları

Dəniz və okean şelflərində neft-qaz yataqlarının işlənməsi, habelə, iqtisadi (bəzi hallarda siyasi) münasibətlərə görə böyük həcmərdə neft və qazın hasilat rayonlarından digər ölkələrin istehlak rayonlarına nəql edilməsi zərurəti sualtı boru kəmərlərinin tikintisinin sürətlənməsində həlledici rol oynamışdır.

Ötən əsrin 50-ci illərinin əvvəllərində Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda neftçıxarmanın başlanması və inkişafı ilə əlaqədar olaraq ilk dəniz neft kəməri meydana çıxdı. Elə bu zaman ilk dəniz qaz kəmərləri də yaradıldı. Bütün bu kəmərlər neftin və qazın hasil olunduğu yerdən quruya çatdırılmasına xidmət edirdi.

1960-cı illərdən etibarən dəniz boru kəmərlərinin tikintisi geniş vüsət almışdır. Belə ki, həmin illərdə Meksika körfəzində də ilk dəniz boru kəməri tikildi. 1965-ci ildə Böyük Britaniya-da Leman yatağının kəşf edilməsi ilə bağlı olaraq 406 mm diametrlı Uest-Sol-İzinqston qaz kəməri istifadəyə verildi. XX əsrin sonu, XXI əsrin əvvəllərində dəniz neft-qaz kəmərlərinin tikilməsi çox yüksək səviyyəyə çatdı. Bu dövrdə Norveç, Baltik, Şimal, Qara, Xəzər, Aralıq və digər dənizlərin landşaftında çoxsaylı boru kəmərləri çəkilmişdir. Bu kəmərlər sırasında müstəqillik illərində Azərbaycan neftini və qazını Avropaya nəql edən ixrac kəmərləri də xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Təzyiqindən asılı olaraq dəniz boru kəmərləri: yüksək (2,5-10 MPa) və aşağı (2,5 MPa-a qədər) təzyiqli olmaqla iki qrupa bölünürlər. Çəkilmə dərinliyindən asılı olaraq onlar dayazsulu (dərinliyi 20 m-ə qədər), orta dərinlikli (dərinliyi 20-60 m) və dərinsulu (dərinliyi 60 m-dən çox) olurlar.

Magistral dəniz boru kəmərlərinin tikilməsi dənizin dibinin öyrənilməsi və ekoloji monitorinqinin keçirilməsi üzrə tədbirlərin nəzərdə tutulduğu layihələr əsasında həyata keçirilir. Boru kəmərinin optimal trası; boruların miqdarı, sortamenti və

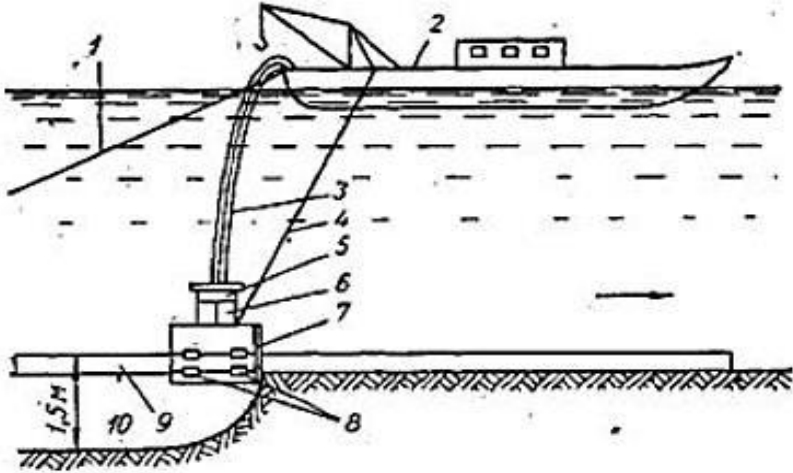
poladın markası; dibdə boru kəmərinin dayanıqlığının təmini üsulu; ağırlaşdırıcı yüklərin növü və miqdarı; boru kəmərinin mühitin təsirindən məruz qaldığı elektrokimyəvi və biokimyəvi korroziyalardan mühafizə üsulları; boru kəmərinin tikilməsi üçün texniki-üzmə vasitələrinin zəruri tərkibi göstərilməklə tikintinin təşkili və yerinə yetirilmə üsulu; boru kəmərinin sınaq qaydaları; tikinti-quraşdırma işlərinin həcmi və dəyəri; dənizin çirklənməsinin qarşısını almaq tədbirləri; boru kəmərinin tikilməsinin iqtisadi səmərəliliyi və s. layihə ilə müəyyən olunur.

Dəniz boru kəmərlərinin tikilməsi texnologiyası özündə aşağıdakı kompleks işləri birləşdirir: hazırlıq, torpaq, qaynaq, izolyasiya-borudüzmə, sınaq işləri, boru kəmərinin xəndəyinin əks doldurulması.

Hazırlıq işləri dənizin dibinin hamarlanması üzrə görülən işlərdən ibarətdir. Dənizin dibində boru kəmərinin trasındakı iri qaya hissələri, bərk süxurlar xüsusi partlayış işləri nəticəsində dağıdılır. Sualtı konyonlar dəniz torpaq qazan maşınları ilə və ya partlayışla hamarlanır.

Boru kəmərinin dəniz dibindən aşağı səviyyədə düzülməsinin nəzərdə tutulduğu yerlərdə torpaq işləri yerinə yetirilir. Dünya təcrübəsində su səthindən və sualtı vəziyyətdə qrunzun qazılmasına imkan verən çoxsaylı vasitələr, maşın-mexanizmlər mövcuddur. Birinci qrupa üzən hidromonitor qurğuları, pnevmatik və hidravlik qazma qurğuları, ikinci qrupa isə su altında işləyən müxtəlif mexanizmlər daxildir. İtaliyada yaradılmış qazıma qurğusu dənizin 60 m dərinliyində xəndəyin qazılmasına imkan verir. Dərinliyi 2,5 m-ə qədər, dibdə eni 1,3 – 7,5 m olan xəndəyin qazılması frezer-yumşaldıcı ilə həyata keçirilir. Almaniyada daha böyük dərinlikdə qazıntı apara bilən qazıma qurğusu yaradılmışdır. Bu qurğunun əsasını aralıq sualtı stansiyadan və suyun üzündəki gəmidən idarə olunan ekskavator təşkil edir. Yaponiyada bu məqsədlə dibdə 3 km/saat sürətlə hərəkət edən və 70 m dərinlikdə qazıma aparmağa imkan verən sualtı ekskavator yaradılmışdır.

Eni çox olan su maneələrində və dəniz şəraitində borubasdıran qurğulardan istifadə olunur. ABŞ-ın “Kollinz” şirkəti tərəfindən hidropnevmatik təsirli qurğu hazırlanmışdır (şək. 10.5).



Şək. 10.5. Hidropnevmatik təsirli qurğu

- 1- lövbər trosu; 2- barj; 3- hava və su şlanqları; 4- yedək trosu;
5- ballast tankları; 6- borubasdıran qurğu; 7- su və hava üçün başlıq; 8- roliklər; 9- boru; 10- xəndək.

Qurğu boru kəməri boyu hərəkət edən hissədən, təzyiqli hava və su borularından (şlanq) və üzərində nasoslar, kompressorlar, mühərriklər və s. yerləşən və qurğuya xidmət göstərən barjdan ibarətdir. Sahildə və ya barj üzərində quraşdırılan bu-curqadın köməkliyi ilə qurğunun boru səthi ilə təkərlər (roliklər) üzərində hərəkəti prosesində verilən su quntu yuyur. Qunt hissəciklərinin daşınması və çıxarılması sıxılmış hava vasitəsi ilə həyata keçirilir. Zəif quntlarda bu qurğu ilə bir keçiddə xəndəyin qazılma dərinliyi 1,5 m-ə qədər ola bilər.

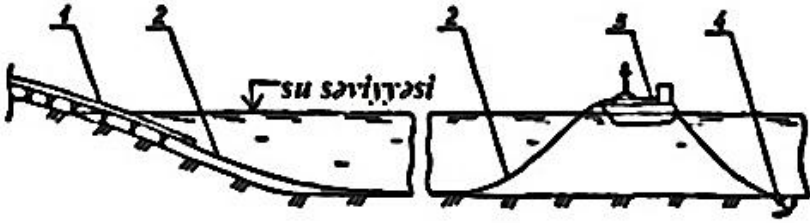
Dəniz magistral boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı əsas mərhələ onun sualtı xəndəkdə düzülməsidir. Hazırda sualtı (dəniz) boru kəmərlərinin aşağıdakı çəkilmə texnologiyaları mövcuddur:

- diblə dartılma yolu ilə;
- suyun səthindən dalma (batırılma) ilə;
- horizontal istiqamətlənmiş qazıma üsulu ilə.

Sualtı xəndəkdə düzülən boru kəməri dənizin dibinə dalma və istismar müddətində dayanıqlı vəziyyətinin saxlanılması üçün kifayət qədər böyük kütləyə malik olmalıdır. Bunu kəmərin ballastlaşması, boru səthinin bütövlükdə betonla örtülməsi, boru kəmərinə ağırlaşdırıcı yüklərin quraşdırılması, anker bərkidilmənin tətbiqi və s. ilə nail olmaq mümkündür.

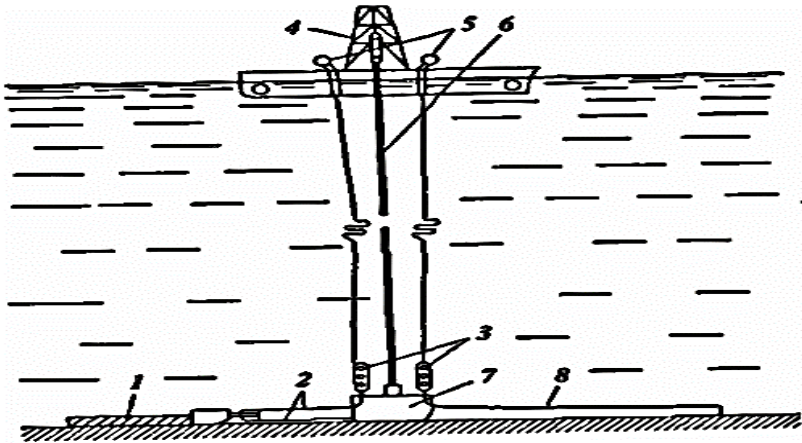
10.2.1. Diblə dartılma üsulu. Sualtı boru kəmərlərinin çəkilməsinin geniş yayılmış üsullardan biri boruların qunt səthi ilə dartma yolu ilə çəkilməsi üsuludur. Bu zaman quraşdırma sahildən açıq dəniz istiqamətində yerinə yetirilir. Səthi betonlanmış boru pletləri dartılır. Pletlər stapeldə eniş yoluna paralel şəkildə düzülür, ilk plet xüsusi yedək başlıqla təchiz edilir. Boruların dartılma ilə hərəkəti üçün eniş yolu dar rels yolundan ibarətdir. Boru kəmərinin qoyulduğu araba tir şəkilli olub, iki cüt təkərlə irəli hərəkət edir. Suyu çatarkən boru kəməri rolikli dayaqalara köçürülür. Bu üsulla işlərin yerinə yetirilməsi zamanı əsas mexanizmlər gəmidə quraşdırılmış güc bucurqadlarıdır. Şək. 10.6-da boru kəmərinin sahildən dartılma sxemi göstərilmişdir.

Boru kəməri (1) rolikli eniş yolu ilə yerdəyişmə edir. Gəmidə (3) quraşdırılmış bucurqadın dartma gücü trosula (2) ötürülür. Gəmi yakorla (4) dayandırılır. Təcrübədə bu üsulla uzunluğu 15 km-ə qədər olan boru kəmərləri quraşdırıla bilər.



Şək. 10.6. Boru kəmərinin dartılma sxemi
 1- boru kəməri; 2- tros; 3- üzərində bucurqad quraşdırılan gəmi; 4-yakor.

Dibdə dartma ilə dəniz boru kəmərlərinin tikilməsinin daha bir üsulu dibdə quraşdırılmış və gəmidən idarə edilən xüsusi hidravlik qurğunun tətbiqi ilə yerinə yetirilir (şək. 10.7).



Şək. 10.7. Boru kəmərinin dib (don) yükünün yerdəyişməsindən istifadə etməklə dartılma sxemi
 1- boru kəməri; 2- dartqı trosu; 3- hidravlik dartqı qurğusu;
 4- qazıma qülləsi; 5- bucurqad; 6- qazıma kolonu; 7- kütləvi beton yükü (massiv dok); 8- anker xətti.

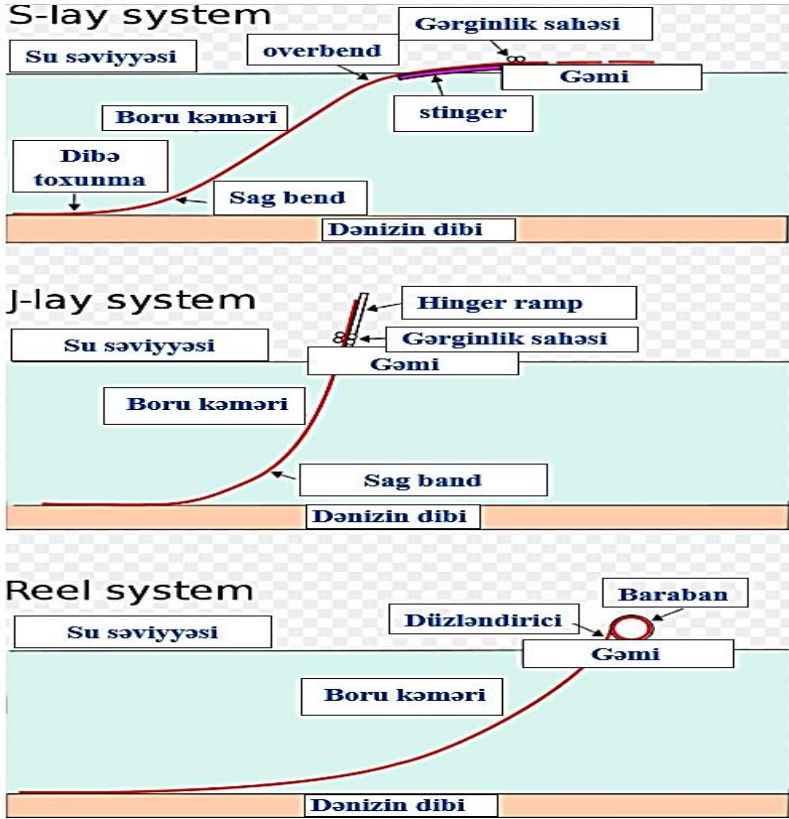
Bu zaman boru kəməri quruda yığılır və polad kanatlar vasitəsilə dənizlə trasa sürüklənir. Seçilmiş kanata uyğun olaraq dartqı qurğusu tras boyu irəli hərəkət etdirilərək yakorla bərkidilir.

10.2.2. Su səthindən dalma üsulu. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, dəniz magistral boru kəmərlərinin tikilməsi üçün əksər hallarda onların borudüzən gəmilərin və barjların köməkliliyi ilə dənizin dibinə sərbəst dalma üsulundan istifadə olunur. Boru kəmərlərinin gəmi və barjların köməkliliyi ilə quraşdırılmasının dörd əsas sistemi mövcuddur: pletlərin dartılması ilə, S-şəkilli əyri üzrə quraşdırma (*S-lay system*), J-şəkilli əyri üzrə quraşdırma (*J-lay system*) və barabanla quraşdırma (*Reel-lay system*) (şək. 10.8).

Pletlərin dartılması üsulunda borular uzun pletlərdə qaynaq edilir, sonra isə yedəklə quraşdırılma yerinə dartılır.

Boru kəmərlərinin S-şəkilli əyri üzrə quraşdırılması düzülmə yerində, borudüzən gəminin göyörtəsində yerinə yetirilir. Göyörtədə boruların qaynaq avadanlıqları, defektoskopiya modulları, qaynaq yerlərinin izolyasiya edilməsi qurğuları və s. zəruri ləvazimatlar mövcuddur. Tikinti-quraşdırma prosesi dövründə boru və digər materiallar yük gəmiləri ilə daşınır. Gəmidə boru üfüqi vəziyyətdə yerləşir, sonra xüsusi istiqamətləndirici konstruksiyanın – stingerin (borudüzən gəmidə boru kəmərinin kəskin əyilməsini məhdudlaşdırmaq üçün suya tədricən enən tağşəkilli qurğu) köməkliliyi ilə öz ağırlığı ilə qabarmış əyri (çixıntı) formasında (*overbend*) əyilərək dibə endirilir. Dəniz dibinə çatdıqda boru kəməri əks istiqamətdə (girinti) əyilir (*sagbend*). Bu üsulla quraşdırma zamanı qaz kəmərlərinin hədsiz əyilməsinin qarşısını almaq üçün boru daimi tarım saxlanılmalıdır. Bu üsul çox səmərəlidir və əlavə logistik həllər tələb etmir. Ənənəvi olaraq, boru kəmərlərinin S-şəkilli əyri üzrə quraşdırılması çox da böyük olmayan dərinliklərdə (2 km-dək) yerinə yetirilir. Əgər boru kəmərinin quraşdırılmasını hər hansı səbəbdən dayandırmaq zərurəti yaranarsa, o zaman pletin kənarına tıxac qaynaq edilir və plet dibə endirilir. İşlərin bərpası za-

manı borudüzənin trosu tıxaca bağlanılaraq plet yenidən yuxarı qaldırılır.



Şək. 10.8. Dəniz boru kəmərlərinin quraşdırılma sxemləri (*S-lay*, *J-lay*, *Reel-lay*)

Böyük dərinliklərdə boru kəmərlərinin quraşdırılması üçün *J*-şəkili əyri üzrə quraşdırma üsulu tətbiq edilir. Bu üsulda gəmidə boru demək olar ki, şaquli vəziyyətdə yerləşir və bu şəkildə də dibə endirilir, dibə yaxınlaşdıqda əyilərək horizontal vəziyyətə keçir. Belə quraşdırma üsulu boru kəməri *S*-şəkili əyri üzrə quraşdırma üçün xarakterik olan kəskin dartılma və

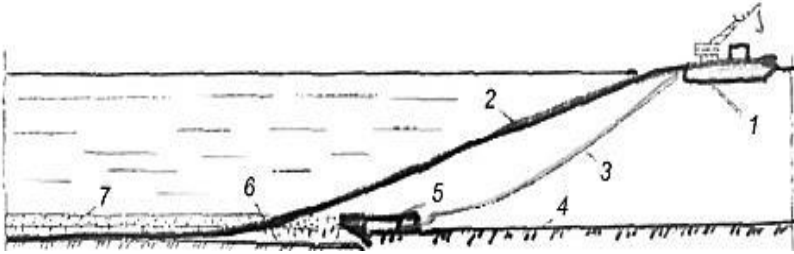
ikiqat əyilmədən qoruyur, quraşdırma dövründə boru kəməri borudüzənin və sualtı axınların böyük tərəddüdlərinə tab gətirə bilir. Lakin boruların gəmidə eyni zamanda bir neçə postda qaynaq edilməsinə imkan verən *S-lay* sistemdən fərqli olaraq, bu sistemdə yalnız bir qaynaq postu fəaliyyət göstərə bilir ki, bu da işin sürətinin azalmasına səbəb olur.

Barabanla quraşdırma üsulunda boru kəməri quruda qaynaq edilir, diametri 20 m-dək, eni 6 m olan böyük barabana dolanır, sonra baraban borudüzən gəmiyə quraşdırılır. Gəminin konstruksiyasından asılı olaraq, baraban borudüzəndə həm üfüqi, həm də şaquli quraşdırıla bilər. Bəzi gəmilər barabanın iş yerində, yəni limana daxil olmadan dəyişilməsinə imkan verir. Bir qayda olaraq, üfüqi barabanlar *S*-şəkilli əyri üzrə, şaquli barabanlar isə *J*-şəkilli əyri üzrə quraşdırmada tətbiq olunurlar.

Dəniz borudüzənləri yakor və ya bucurqadlara bərkidilən trosaların köməyi ilə tras boyu yerini dəyişən özüyəriyən və yedək barjları ola bilərlər. Borudüzən gəmilərdə quraşdırma, qaynaq, izolyasiya və borudüzmə üçün zəruri olan avadanlıqlar olur. *S*-şəkilli əyri üzrə quraşdırma zamanı boru kəmərinin yuxarı hissəsinin mailliyi (*overbend*) stinger vasitəsilə verilir. Boru kəmərinin sərbəst asılmış hissəsinin əyilmə formasının dəyişilməsi isə onun gəminin köməyi ilə horizontal dartılması nəticəsində əldə olunur.

10.2.3. Horizontal istiqamətlənmiş qazıma üsulu. Borudüzən gəminin (barjın) köməyi ilə boruların ardıcıl artırılması ilə boru kəmərlərinin çəkilməsi üsulunda aşağıdakı proseslər yerinə yetirilir: izolyasiya edilmiş və betonlanmış boruların sahil bazasında hazırlanması; boruların üzmə vasitələrinə yüklənərək borudüzən gəmiyə gətirilməsi; boruların qaynaq edilməsi; qaynaq tikişlərinə izolyasiya örtüyününü çəkilməsi; hazırlanmış boru kəmərinin borudüzən gəminin kəmərin trası boyu yerdəyişməsi ilə dənizin dibinə endirilməsi, düzülmüş boru kəmərinin sınağı.

Şək. 10.9-da borudüzən gəmidən boruların ardıcıl artırılması ilə boru kəmərinin çəkilməsi sxemi göstərilmişdir.



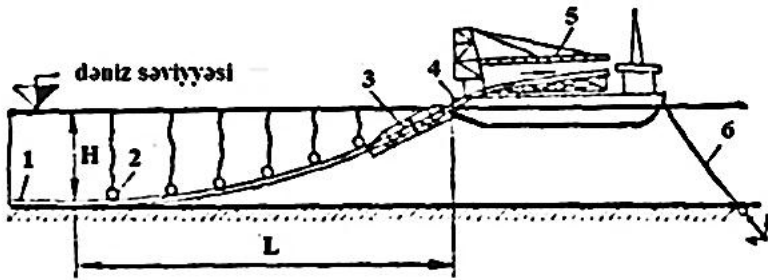
Şək. 10.9. Borudüzən gəmidən boruların ardıcıl artırılması ilə boru kəmərinin çəkilməsi sxemi

- 1- gəmi; 2- boru kəməri; 3- dartqı sistemi; 4- dənizin dibi;
5- çalov; 6- xəndək; 7- borunun qrunla örtülməsi.

Dəniz boru kəmərlərinin tikintisi təcrübəsində onların dənizin dibinə endirilməsi üçün pontonlardan da istifadə edilir (şək. 10.10).

Bu üsulla boru kəmərlərinin quraşdırılması aşağıdakı qaydada yerinə yetirilir: hər növbəti plet quraşdırılma üçün hazırlandıqdan sonra gəmi hesabi dartma gücünü saxlamaqla hərəkət etməyə (yerini dəyişməyə) başlayır.

Boru kəməri istiqamətləndirici rolklərlə sərt artırma üzərinə keçir. Borular sərt artırmaya keçdikcə onlara pontonlar bərkidilir. Pontonlar müxtəlif konstruksiyalı olurlar: silindrik, kürəvi və s. Onlara qoyulan əsas tələb tam dalma dərinliyində suyun xarici təzyiqinə davam gətirmələrinin mümkünlüyü hesab edilir. Pontonların açılması verilən dərinlikdə avtomatik surətdə yerinə yetirilir.



Şək. 10.10. Borudüzən gəmilərlə pontonlardan istifadə etməklə boru kəmərlərinin çəkilməsi sxemi

1- boru kəməri; 2- pontonlar; 3- dartqı qurğusu olan sərt artırma; 4- borudüzən gəmi; 5- boruların qaynaq, izolyasiya və betonlanmaya verilməsi üçün kran; 6- lövbər-yakor.

Dənizin dibində quraşdırılmış boru kəməri gəmi lövbərlərinin, balıqçılıq avadanlıqlarının və s. mümkün mexaniki zədələnmələrindən etibarlı şəkildə mühafizə olunmalıdır. Bu işə, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, boru kəmərinin basdırılması, betonlanması, üstünün örtülməsi və s. ilə yerinə yetirilir. Boru kəməri basdırılan zaman üstündəki qrunnun axınların təsirindən qorunması da təmin olunmalıdır.

10.3. Dəniz boru kəmərlərinin tikintisi üçün borudüzən gəmilər

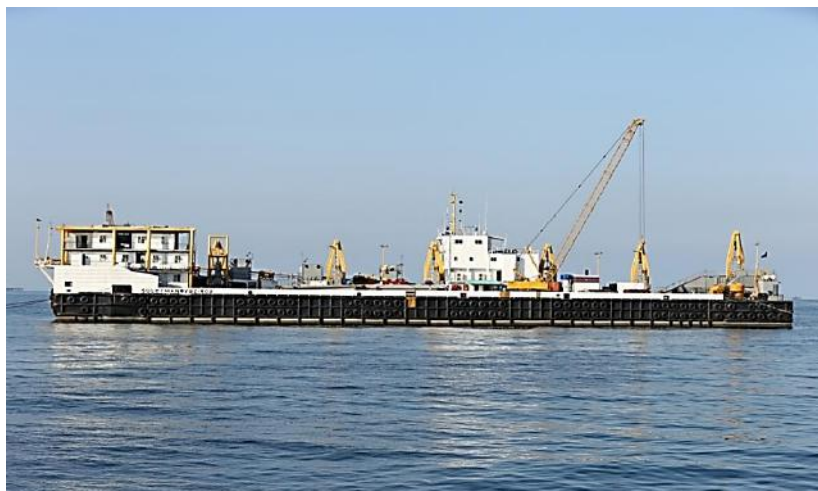
Dəniz magistral boru kəmərlərinin tikinti texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi ilə yanaşı, dənizin dibində işlərin yerinə yetirilməsi üçün daha müasir borudüzən gəmilər istifadəyə verilmişdir. Belə gəmilərdə qaynaq tikişlərinin təmizlənməsi, izolyasiyası, boruların pletlərdə qaynaq edilməsi və sonradan quraşdırılmasını həyata keçirmək mümkündür. Üzən borudüzən gəmilərin ikinci nəsli daha mükəmməl və müxtəlifliyi ilə seçilir. Onlar artırılmış əsas ölçüləri ilə, məhsuldar qaynaq ava-

danlığı ilə, düzmə ilə əlaqədar böyük zəhmət tələb edən texnoloji proseslərin mexanikləşdirilməsi ilə fərqlənilir.

Xəzər dənizində istismar olunan borudüzən "Süleyman Vəzirov" barjı (uzunluğu 107 m, eni 24 m və bortunun hündürlüyü 7 m) bütün zəruri sistemlərlə, texnoloji avadanlıqlarla və stingerlə təchiz olunmuşdur (şək. 10.11). Barj dənizin 195 m-dək dərinliklərində diametri 200-800 mm olan boru kəmərlərinin quraşdırılmasına imkan verir. Barj sualtı boru kəmərlərində təmir işlərinin aparılması üçün də istifadə edilir. Bu halda dalğanın hündürlüyü burundan və ya arxa hissədən gələn zaman 2,4 m-i, yan tərəfdən gələn zaman isə 1,5 m-i keçməməlidir.

Barjın stingeri – uzunluğu 50, 30 və 20 m olan üç ferma konstruksiyalı seksiyadan ibarətdir. Bu seksiyaların ardıcıl birləşdirilməsi ilə (50, 50+30 və ya 50+30+20 m olmaqla) suyun 195 m-dək dərinliyində boru kəmərlərinin quraşdırılması yerinə yetirilir. Barjın yük qaldıran qurğuları: qolunun kənara çıxması bort xaricinə 3,45 m, arxa hissəyə isə 4 m, yükqaldırma qabiliyyəti 60 t olan bir dönən krandan və sağ bort boyunca göyertənin maili hissəsindəki (yəni pandusda) texnoloji xətt üzərində quraşdırılmış – boru xaricinə çıxması 3,45 m və hər birinin yükqaldırma qabiliyyəti 40 t olan beş dönməyən krandan ibarətdir. Sağ bortda betonlanmış boruların yerləşdirildiyi sahə nəzərdə tutulmuş və yük əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi üçün iki hərəkətli kran yerləşdirilmişdir. Texnoloji xətt üzərində qaynaq, rentgenoskopiya, qaynaq tikişlərinin izolyasiyası və betonlanması işlərinin yerinə yetirilməsi üçün beş post nəzərdə tutulmuşdur. Göyertədə borular ştabellərə düzülür. Burada beton örtüklü boruların ardıcıl yığılması və qaynaq edilməsi ilə seksiyalar hazırlanır. Quraşdırma prosesində barjın saxlanması lövbər sistemi vasitəsilə təmin edilir.

Boru-düzmə prosesi – seksiyaların naviqasiya işıqları və bayraqcılarla təchiz edilmiş, müvafiq göstərici (nişan verən) buyarla nişanlanmış boru kəməri trasına çıxarılması ilə başlanır.



Şək. 10.11. “Süleyman Vəzirov” borudüzən barjı

Göstərici buylar kəmər trasında borudüzən barjın yerləşdiyi başlanğıc nöqtədən təxminən 2 km məsafədə, hər 500 m-dən bir yerləşdirilir. Daha sonra barjın mövqedə saxlanması üçün təminat gəmiləri lövbərləri ardıcıl olaraq qabaqcadan nəzərdə tutulmuş nöqtələrə daşıyır. Borudüzən barj trasın başlanğıcında lövbərləndikdən sonra boru kəmərinin qaynaq edilməsi və düzülməsi prosesinə start verilir. İzolyasiyalı və beton örtüklü borular (və ya seksiyalar) qaldırıcı kran vasitəsilə barjın burun hissəsində eninə yerləşdirilmiş konveyerə verilir. Oradan borular zəncirli diyirlədici qurğu ilə mərkəzləşdirici arabacığa ötürülür, hər bir növbəti borunun başlanğıcı ilə əvvəlki borunun arxa ucunun oxlarının şaquli və üfüqi istiqamətdə uyğunlaşdırılması təmin edilir. Sonra konveyer üsulu ilə boruların qaynağı həyata keçirilir. Sonuncu (5-ci) postda qaynağın keyfiyyətinə nəzarət edilir: diametri 400 mm-dək olan borular üçün xarici rentgenoskopiya, 400 mm-dən böyük olan borular üçün isə daxili rentgenoskopiya aparatı tətbiq olunur. Daha sonra qaynaq tikişləri izolyasiya edilir və ehtiyac olduğu halda

betonlanır. Beləliklə, texnoloji xətdə bütün işlər tamamlandıqdan sonra dövrü olaraq borudüzən barjın yerdəyişməsi ilə kəmərin tam quraşdırılması həyata keçirilir.

Xəzər dənizində istismara verilən daha dərin yataqların mənimsənilməsi ilə 300 m-dək dərinlikdə sualtı boruların çəkilməsinə imkan verən daha mükəmməl "İsrafil Hüseynov" barjının yaradılması zərurəti yarandı (şək. 10.12).



Şək. 10.12. "İsrafil Hüseynov" borudüzən barjı

1989-cu ildə yaradılmış barjın əsas ölçüləri aşağıdakı kimidir: maksimal uzunluğu - 146,5 m; eni - 33,0 m; gövdəsinin hündürlüyü - 13 m; suya oturumu - 7 m.

Özü hərəkət etməyən "İsrafil Hüseynov" barjında yükqaldırma qabiliyyəti 250 t olan tam dönən elektrik kranı yerləşdi-

rılmışdır. Göyörtənin ortasında - yan tərəflərin hər birində yükqaldırma qabiliyyəti 30 t, burun hissəsində isə yükqaldırma qabiliyyəti 10 t olan bir kran quraşdırılmışdır. Bundan başqa, boru kəmərlərində təmir işlərinin yerinə yetirilməsi üçün sağ yan tərəfdə hər birinin yükqaldırma qabiliyyəti 40 t olmaqla 5 dönməyən kran-balka yerləşdirilmişdir.

Bu borudüzən barjın əsas konstruktiv fərqi onun sağ bortu boyunca, diametral müstəvidən 3 m məsafədə yerləşdirilmiş qapalı texnoloji xətt, yığılan stinger və yükqaldırma qabiliyyəti 250 t olan kranla təchiz edilməsidir. Uzunluğu təxminən 95 m olan texnoloji xətdə qaynaq, rentgenoskopiya və ya ultrasəsli nəzarət, antikorroziya və qaynaq tikişlərinin betonlamasını təmin edən 8 işçi post, eləcə də hər birinin hesablanmış qüvvəsi 68 t olan iki tarımlama qurğusu vardır.

Texnoloji xətt - barjın arxasına şarnirlə birləşdirilmiş hidravlik intiqallı, önə çıxarılan fermayla tamamlanır. Fermanın uzunluğu 10, hündürlüyü 6 m, çəkisi isə 97 t-dur. Fermaya şarnir qurğusu vasitəsilə uzunluğu 25, eni 6, hündürlüyü isə 3 m olan ministinger birləşdirilmişdir.

"İsrafil Hüseynov" barjı 1995-ci ildə təkmilləşdirildikdən sonra ilk dəfə "Çıraq-1" yatağında hasil edilən karbohidrogenlərin nəqlini həyata keçirən 600 mm diametrlı neft və 440 mm diametrlı qaz kəmərinin quraşdırılması üçün istifadə olunmuşdur.

İkinci nəsil borudüzən barjların böyük dərinliklərdə istifadəsi onların stinger və lövbərləmə sistemlərinin imkanları ilə məhdudlaşır. Beynəlxalq təcrübədə ənənəvi borudüzənlərin köməyilə Meksika körfəzində boru kəmərinin maksimal düzülmə dərinliyi 450 m təşkil etmişdir.

Hazırda dəniz və okeanlarda "Castovo Sei", "Castovo Die-si", "Semag", "Solitare" və s. kimi iri borudüzən gəmilər fəaliyyət göstərir.

10.4. Sualtı qaynaq

Dəniz mühitində qaynaq prosesi haqqında ilk təsəvvürlər XIX əsrə təsadüf edir. Lakin sualtı qaynaq rəsmi şəkildə 1932-ci ildə - mühəndis Konstantin Xrenov uzun rezin əlcəklərlə detalları axar su çənində qaynaq edən zaman qəbul edilmişdir. O, elektrodu sukeçirməz təbəqə ilə örtmüşdü. Dəniz akvatoriyasında neft və qaz kəmərlərinin sualtı keçidləri, stasionar özüllərin və tərsanələrin tikintisi, gəmilərin gövdəsində baş verən qəzaların aradan qaldırılması və s. işlərin yerinə yetirilməsi sualtı qaynaq prosesinin tətbiq sahələrinə misal ola bilər.

Hazırda bütün dünyada stasionar platformalarla dənizin dibindən neft və qaz hasilatı geniş inkişaf etmişdir. Neft və qazın istehlak rayonlarına nəqli, bir qayda olaraq, sualtı boru kəmərləri ilə həyata keçirilir. Suda çoxlu sayda metal elementləri olan yanalma qurğuları mövcuddur. On minlərlə gəmilər tikilir və istismara verilir. Bu strukturların sualtı hissəsində tikinti-quraşdırma işləri, dalğa hərəkəti, korroziya, qəza zədələnmələri nəticəsində bir sıra qüsurlar yaranır.

Görmənin çətin, hərəkətin məhdud olduğu şəraitlərdə dalğıcı-qaynaqçının qaynaq işlərini yerinə yetirməsi çətinliklər törətdiyinə görə qaynağa hazırlıq işləri xüsusi diqqət tələb edir. Qaynaq zonaları metal parıltısına qədər pasdan, palçıq, boya və yağdan təmizlənir. Qaynaq edilən elementlər minimal texnoloji ara məsafə saxlanılmaqla yığılır və qaynaq edilir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, su altında qaynaq zamanı tişiklərdə soyuq çatların yaranması meyilləri, əsasən iki amilin birgə təsisindən irəli gəlir: sərtləşmiş strukturların mövcudluğu və diffuziyalı hidrogenin artan payı. Bununla belə, sualtı qaynağın deformasiyalı tsikli nəticəsində yaranan gərginliyin səviyyəsi böyük miqdarda hidrogenlə və hidrogen kövrəkliyinə həssas mikrostrukturla birgə təsir etdikdə çatların əmələ gəlməsinə səbəb olur.

10.4.1. Sualtı qaynağın növləri

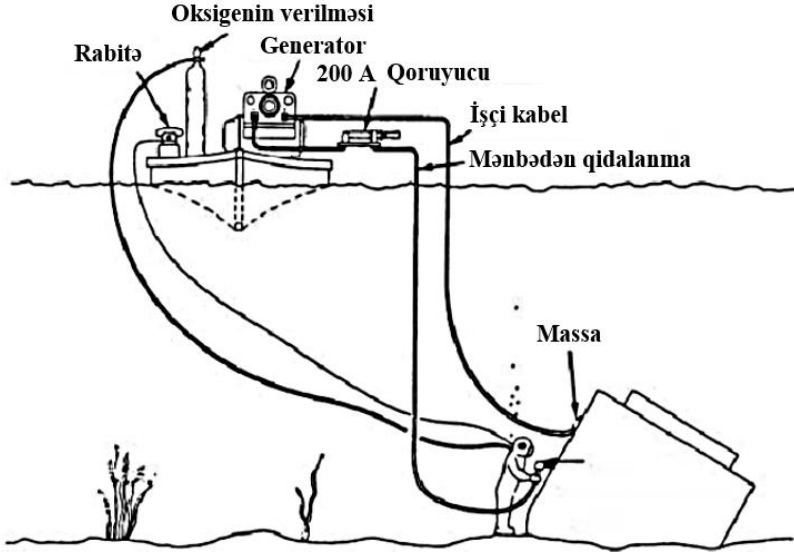
Su altında boru kəmərlərinin və qurğuların tikintisi və istismarı zamanı baş verən qüsurların aradan qaldırılması yüksək keyfiyyətli qaynaq və kəsmə üsullarının istifadəsini tələb edir. Gəmi və gəmi gövdələrinin təmiri adətən quru doklarda və ya sürüşmə yollarında sübut olunmuş texnologiyalardan istifadə etməklə aparılır.

İcra şəraitinə görə sualtı qaynağın bütün prosesləri aşağıdakı iki yerə bölünür:

- “yaş” qaynaq;
- “quru” (kamerada) qaynaq;
- hiperbarik qaynaq.

“Yaş” qaynaq – su mühitində elementlərin və qövsün heç bir mühafizə olmadan qaynaq edilməsi prosesidir. İşlərin bu üsulla təşkili dalğıc-qaynaqçının sualtı obyektin yerləşmə dərinliyinə dalmasını nəzərdə tutur (şək. 10.13). Nəticədə vaxta qənaət edilir, qaynaqçının hərəkət sərbəstliyi artır və üsulun özü ən qənaətli olur. Lakin “yaş” qaynaq zamanı tikişlərin keyfiyyəti “quru” qaynaq üsuluna nisbətən xeyli aşağı olur.

“Yaş” qaynaq üsulunda qövs - qaynaq prosesində suyun buxarlanması nəticəsində əmələ gələn təbii qaz qabarcığında yanır. Sualtı qövs qaynağı qövsün ətrafdakı su ilə daimi soyudularaq qaz köpüyündə müntəzəm yanması prinsipinə əsaslanır. Yanan qövsün ətrafında çoxlu qaz əmələ gəlir ki, bu da qaz köpüyündə təzyiqin artmasına və bəzən qaz köpüklərinin su səthinə çıxmasına gətirib çıxarır. Qaz köpüyü - əridilən elektrodla metalın buxar və qazından, suyun buxarlanmasından əmələ gəlir. Qövdsə su sərbəst hidrogen və oksigenə ayrılır, sonuncu isə metalla birləşərək oksid əmələ gətirir. Suda asılı vəziyyətdə olan dəmir oksidlərindən ibarət metalların və sürtkünün yanmasından əmələ gələn qazlar görüntünü çətinləşdirir və bu da öz növbəsində qövsə nəzarəti çətinləşdirir.

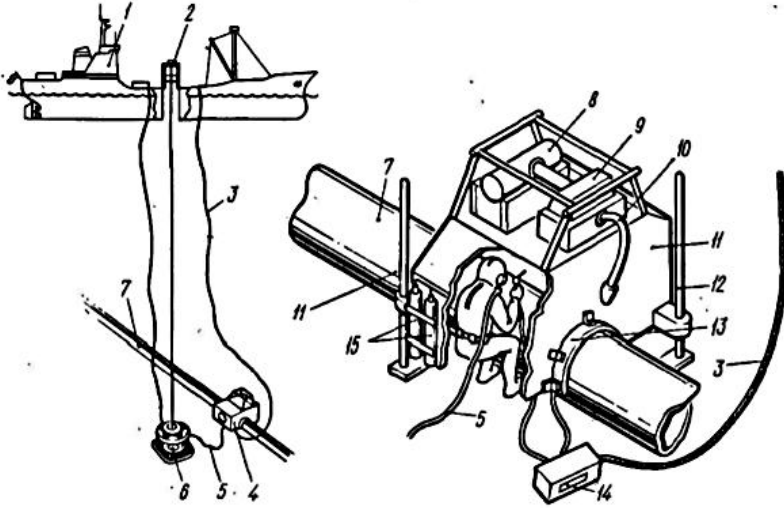


Şək. 10.13. “Yaş” qaynaq prosesinin yerinə yetirilməsini sxemi

“Yaş” qaynaq üsulu hər hansı əlavə avadanlığın tətbiqini tələb etmir, iş prinsipi sadədir və dəyəri böyük deyil. Bununla belə, “yaş” qaynağın bir sıra çatışmayan cəhətləri mövcuddur: qaynaq tikişlərində qüsurların (çatlar və boşluqlar) yaranmasına meyillilik; tikiş metalının arzuolunmaz struktura malik olması; tərpənməz (yuxarı) qaynaq tikişlərinin icrasının çətinliyi və s. Ona görə də daha çox məsuliyyət tələb edən obyektlərdə (sualtı keçidlərin, dəniz boru kəmərlərinin tikilməsi və s.) “yaş” qaynaq üsulu işlərin “quru” qaynağın tətbiqi ilə daha keyfiyyətli yerinə yetirilməsində müvəqqəti tədbir kimi nəzərdə tutula bilər.

“Quru” qaynaq üsulunda qaynaq, məmulatın üzərində quraşdırılmış və suya dalmış dərinsulu kamerada (kesson) yerinə yetirilir. Bu zaman qaynaq edilən məmulatın hissəsi və qaynaqçı özü kamerada yerləşir (şək.10.14). Prosesin belə təşkilində qaynaqçı sərbəst hərəkət edərək, əlçatmaz yerlərdə qaynağın

yerinə yetirilməsi imkanını əldə edir. Bu üsulun əsas çatışmayan cəhəti qiymətinin baha olması hesab olunur. Belə ki, bu üsulla işlərin yerinə yetirilməsi üçün ixtisaslaşdırılmış xüsusi avadanlıqların (kran, gəmi və s.) cəlb edilməsi tələb olunur. Lakin bu üsulla yerinə yetirilən qaynaq işlərinin keyfiyyəti quruda görülən həmin növ işlərdən heç də geri qalmır.



Şək. 10.14. “Quru” sualtı qaynağın sxemi

- 1- gəmi; 2- endirmə-qaldırma qurğusu; 3- kombinə edilmiş elektrik kabeli; 4- quru kamera; 5- dalğıcı şlanqı; 6- dalğıcı zəngi; 7- boru kəməri; 8- filtr; 9- qaz nasosu; 10- kameradan qazı sovuran şlanq; 11- kameranın gövdəsi; 12- domkratlar; 13- kipləşdirici; 14- kabel qutusu; 15- qaz balonları.

Sualtı qaynağın üçüncü üsulu – hiperbarik qaynaq üsulu-
dur. Bu üsulla təşkil edilən sualtı qaynaq suyu sıxışdıran qaz
mühiti yaradılan xüsusi kamerada yerinə yetirilir. Dalğıcı-qay-
naqçı həmin kameranın xaricində yerləşir, qaynaq isə elektrod-
məfillə yerinə yetirilir. Belə qaynağın uğurlu gedişatı üçün

əsas şərt – birləşmə yerində qaynaq edilən elementlərin sıx yığılmasıdır (yapışması).

10.4.2. Örtüklü elektrodlarla sualtı qaynaq

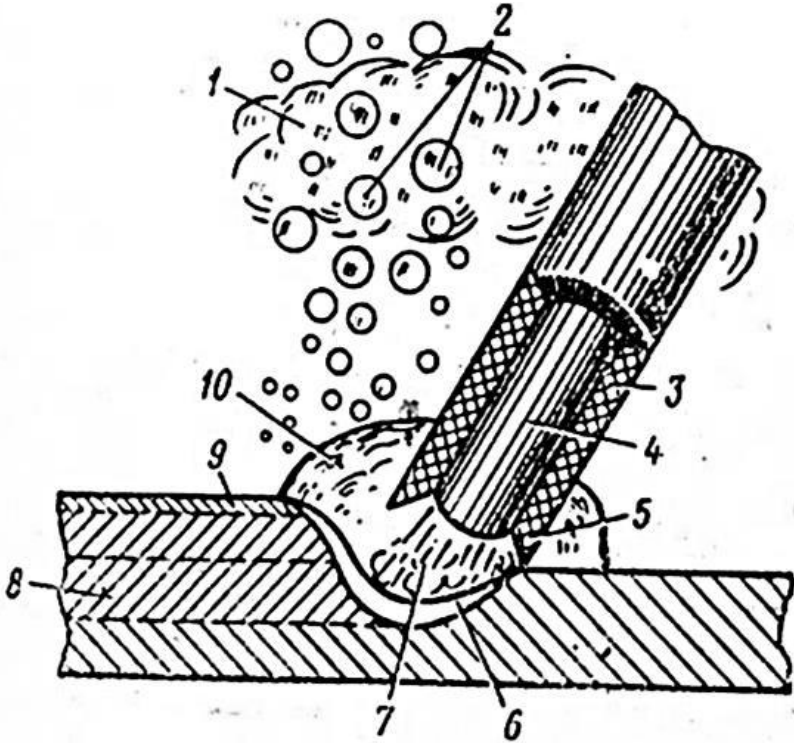
Sualtı qaynaq sabit və dəyişən cərəyanla yerinə yetirilir. Sabit cərəyanla qövs daha yaxşı yanır. Belə ki, sabit cərəyan qövs qalxmamışdan əvvəl suyu dağdır, yüksək istilikdə baş verən qısa qapanma zamanı qaz köpükləri yaranır. Suyun dərinliyinin artması ilə mühitin təzyiqindən əyrinin möhkəmliyi pozulmur, ancaq gərginlik yüksəlir və cərəyan axır. Sualtı qaynaq həm şirin (çay), həm də duzlu (dəniz) suda yerinə yetirilə bilər.

Cərəyan mənbəyi kimi, bir və çox postlu qaynaq aparatlarından, qaynaq transformatorlarından istifadə edilir.

Sualtı əl ilə qövs qaynağı üçün örtüyünün qalınlığı $D/d > 18$ olan elektrodlardan istifadə edilir. Elektrodların səthinə asetonda nitrolakın sellüloz məhlulunun, parafin və başqa materialların çəkilməsi ilə onun sukeçirməzliyi təmin edilir. Az karbonlu metalların qaynaq edilməsi üçün GPS – 52 YOHUU-13/ 45P, GPS -5 markalı, dəmir ərintili, ionlu və qalın əmələ gətirən komponentləri olan elektrodlar tətbiq edilir.

“Yaş” qaynaq prosesi həm tək-tək elektrodların, həm də əriyən qaynaq məftilinin istifadəsi ilə reallaşdırılır. Şək. 10.15-də tək-tək elektrodlarla “yaş” sualtı qaynağın sxemi göstərilmişdir.

Elektrodla sualtı qaynağın əsas çatışmazlığı tikişin qaynağının davam etdirilməsi üçün periodik olaraq sərf olunan elektrodun yenisi ilə əvəz edilmə zərurətidir. Sualtı qaynaq zamanı tək-tək elektrodların qaynaq məftili ilə əvəz edilməsi (1960-cı illərdə) bu çatışmazlığın aradan qalxması və sualtı qaynaq prosesinin mexanikləşdirilməsinə təkan vermişdir.



**Şək. 10.15. Tək-tək elektrodlarla sualtı
“yaş” qaynağın sxemi**

1- aerosol “bulud” (bulanıqlıq); 2- buxar-qaz köpüyündən qaz qabarcıqları; 3- elektrodun örtüyü; 4- elektrodun mili;
5- örtmə səthi, 6- əriyən metal; 7- qaynaq qövsü;
8- çökmüş metal; 9- posa təbəqəsi; 10- qaz-buxar köpüyü.

Örtüklü elektrodlarla sualtı “yaş” qaynağın müsbət və mənfi cəhətləri vardır. Müsbət cəhətlərə aşağıdakılar aid edilə bilər:

- prosesin yüksək mobilliyi;
- fərdi intiqallı daşınan qaynaq aqreقاتlarından geniş istifadə imkanı;

- su altına dalmış avadanlığın ölçülərinin və çəkisinin az olması;
- elektrodun ucunda yaranmış örtmə səthi hesabına tozlu məftillərlə müqayisədə əriyən metal damcısının daha yaxşı mühafizəsi;

Elektrodla sualtı qaynağın çatışmayan cəhətlərinə aşağıdakılar daxildir:

- prosesin məhsuldarlığının az olması;
- reaksiya zonasında qövsün yanmasına vizual nəzarəti çətinləşdirən böyük miqdarda qaz fazasının olması;
- qaynaq edilən birləşmələrin möhkəmlik və plastiklik göstəricilərində işlərin görülmə dərinliyindən və dalğıcın bacarığından irəli gələn əhəmiyyətli fərqlərin yaranması.

10.4.3. Sualtı qaynağın özəllikləri

Sualtı qaynaq prosesində insan amili mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Dalğıc-qaynaqçının su altında qaynaq birləşmələrini texniki cəhətdən yerinə yetirməsi yer səthində olduğundan daha çətinidir. Bu da suda pis görmə, darısqal iş şəraiti, dalğıc ləvazimatlarının ağırlığı, hərəkət etməyin rahatsızlığı və s. ilə əlaqədardır. Ona görə də qaynaq birləşmələrində qüsurların yaranması baş verir.

Sualtı qaynaq prosesi işçi personal (əsasən də dalğıc-qaynaqçı) üçün aşağıdakı çətinliklərlə müşayiət olunur:

- sualtı dalğıc-qaynaqçının bədəni iş zamanı su sütununun təzyiqinə məruz qalır;
- avadanlıqla işləmək çətinidir;
- qabarcıqların qalxması, suyun köpüklənməsi səbəbindən qaynaq hovuzunun (vanna) görünməsi azalır;
- səth örtüyü daha tez-tez yerini dəyişir;
- elektrik cərəyanı vurma riski yüksəkdir - su elektrik cərəyanını yaxşı keçirir;

- istənilən nasazlıq insan üçün ölümcül ola bilər.

Sualtı qaynaq prosesi aşağıdakı fərqli xüsusiyyətlərə malikdir:

- pas təbəqəsi səbəbindən elektrodu alovlandırmaq çətindir;
- yalnız yuxarıdan aşağı işləmək mümkündür;
- suyun hava qabarcığına təzyiqi ilə tikiş dərindən əriyir;
- metal dərhal soyuyur, birləşmədə çökmüş pulcuqlar əmələ gəlir;
- iş yüksək cərəyanlarda aparılır;
- sürətli kristallaşma zamanı metal kövrəkləşir.

Aydınır ki, iş yalnız dalğıcı hazırlığı olan təcrübəli qaynaqçılar tərəfindən həyata keçirilə bilər.

XI FƏSİL

POLIETİLEN BORULARDAN BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİLMƏSİ

11.1. Polietilen borular və onların əsas xüsusiyyətləri

İstismarda olan bütün boru kəmərlərinin böyük əksəriyyəti - neft-qaz, istilik, su və kanalizasiya xətlərinin köhnəlməsi (amortizasiyası) 70 % təşkil edir ki, bu da onların hazırlandığı materialın, yəni poladın intensiv şəkildə korroziyaya məruz qalmasından irəli gəlir. Boru kəmərinin en kəsiyinin azalması hesabına istismar göstəriciləri pisləşir: onların buraxma qabiliyyəti azalır, enerji məsrəfləri artır, ətraf mühit çirklənir. İstismar müddətinin başa çatması ilə müxtəlif boru kəmərlərində çoxsaylı qəzalar baş verir: yüksək təzyiqlə işləyən borular dağılır, sızma halları yaranır və bu, böyük xammal itkilərinə səbəb olur. Bütün bunları nəzərə alaraq, polietilen borulardan kəmərlərin tikilməsinə tələbat artır.

Hazırda sənaye və məişət kommunikasiyalarının quraşdırılmasında çuqun, polad, mis borularla yanaşı, möhkəmliyinə, uzunömürlülüyünə və kimyəvi maddələrin təsirinə davamlılığına görə metal məmulatlardan heç də geri qalmayan polipropilen, polietilen, polivinilxlorid, polibutilen və s. hazırlanan borular da geniş istifadə olunur.

Poletilen borular (PE) ənənəvi materiallardan hazırlanmış borularla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir:

- korroziyaya davamlılığı;
- istismar müddəti (50 ildən çox);
- sanitariya-gigiyenik və ekoloji təhlükəsizliliyi;

- aşağı səviyyədə kəlakötürlülüü hesabına tıxaclanmasının az olması;
- hidroyeyilməyə yüksək davamlılığı;
- yüksək kimyəvi davamlılığı;
- hidravlik zərbələrə davamlılığı;
- azmış cərəyanların təsirinə davamlılığı (elektrik keçirmir);
- boruların çəkisinin az olması;
- nəql olunmasının asanlığı;
- qaynaq birləşmələrinin möhkəmliyi (boruların özlərinin möhkəmliyindən yüksək);
- yüksək təmirə yararlılığı.

PE borular uzunluğu 5-12 m olan düz kəsilmiş və ya buxtalar şəklində istehsal olunur (şək. 11.1).



Şək. 11.1. Düz kəsilmiş (boy) və buxta şəklində polietilen borular

Diametri 110 mm və daha çox olan borular yalnız düz kəsilmiş formada hazırlanır. Boru uzunluğunun bu qiymətdən maksimal kənarlaşması 1% təşkil edə bilər. Buxtalarda borunun uzunluğu 50-250 m, kiçik diametrlı boruların uzunluğu isə 500, 700 m ola bilər. Buxtada boru uzunluğunun maksimal kə-

narlaşması 3% ola bilər. Sifarişçinin istəyinə uyğun olaraq boruların uzunluqları digər qiymətlərdə də qəbul edilə bilər.

Hazırda su təchizatı və kanalizasiya sistemləri üçün diametri 20 - 1200 mm; minimal uzununa möhkəmliyi MRS 6,3 MPa (PE 63), MRS 8,0 MPa (PE 80) və MRS 10,0 MPa (PE 100); maksimal işçi təzyiqi 0,25 – 1,6 MPa olan borular istehsal edilir. Bu borular texnoloji boru kəmərləri üçün də istifadə edilə bilər.

11.2. Polietilen boru kəmərlərinin fason hissələri

PE boru kəmərlərinin tikintisi zamanı trasda döngələrin hazırlanması, diametrin dəyişdirilməsi, bağlayıcı və ya tənzimləyici armaturların birləşdirilməsi üçün birləşdirici detallardan (fason hissələri) istifadə edilir (şək. 11.2).



Şək. 11.2. PE boru kəmərlərinin fason hissələri

PE boru kəmərlərinin fason hissələri boruların istehsal edildiyi diametr diapazonunda hazırlanır:

- 30", 45", 60", 90" qaynaqlı əymə (dirsək) – sadə və ya uzadılmış (seksiyalarının sayı sifarişə müvafiq olaraq istənilən sayda ola bilər;
- bərabər keçidli üçlük;
- qeyri-bərabər keçidli üçlük;
- qaynaqlı dördlük;
- fləns üçün borucuq (metala keçid);
- PE boru üçün metal fləns;
- keçid;
- mufta;
- layihə cizgilərində fərdi şəkildə nəzərdə tutulmuş digər detal və elementlər.

11.3. Polietilen borulardan boru kəmərlərinin layihələndirilməsi

11.3.1. PE boru kəmərlərinin təsnifatı

Basqılı boru kəmərlərinin tikintisində PE boruların istifadəsi zamanı aşağıdakı amilləri nəzərə almaq lazımdır: boru kəmərinin təyinatı, nəql edilən məhsulun növü və işçi parametrləri, həmçinin çəkiliş üsulu.

İstifadə sahələrinə görə PE boru kəmərləri aşağıdakı qruplara bölünür:

- su, kanalizasiya və qaz təchizatı (paylayıcı qaz kəmərləri) sistemlərinin xarici şəbəkələri;
- texnoloji boru kəmərləri: sahəxarici və daxili (sexlər arası);
- neft kəmərləri, neft laylarına su vurma və lay sularının axıdılması üçün boru kəmərləri;
- su quyularının qazıma işləri üçün boru kəmərləri;
- sıxılmış hava üçün boru kəmərləri: pnevmoavtomatika, pnevmonəql, hava ötürücü kəmərləri;

- otlaqların suvarılması üçün qapalı suvarma sistemləri, qapalı drenajla qurutma, torpaqdaxili suvarma, istixana torpağının yeraltı qızdırılması;

- rabitə kabelləri, kanalyaratma və s.

Təzyiqindən asılı olaraq qaz təchizatı sistemləri aşağıdakı kimi təsnif edilir: aşağı təzyiqli (0,005 Mpa-a qədər), orta təzyiqli (0,005-0,3 Mpa), yüksək təzyiqli (0,3-0,6). Qeyd edilən bütün sistemlərdə qaz təchizatı üçün uyğun PE borulardan istifadə etmək olar.

11.3.2. Boruların seçilməsində və PE boru kəmərlərinin hesablamasında tətbiq edilən MRS və SDR anlayışları

Polietilen, bütün termoplastlar kimi özlü-elastik material olub, deformasiya halındakı xüsusiyyətləri yük, temperatur və zamandan asılı olur. Bu o deməkdir ki, ISO 12162 və ISO 9080 standartlarına uyğun olaraq, digər bərabər şərtlər daxilində boruya düşən buraxıla bilən yük materialın uzununa möhkəmliyinin MRS (Minimum Required Strength – tələb olunan minimal güc) kimi işarə edilən minimal qiymətindən asılıdır. Minimal uzununa möhkəmlik - 50 il istismar müddətinə suyun temperaturunun 20⁰C qiymətində boruların daxili hidrostatik təzyiqlə sınaqlarının nəticələrinin ekstrapolyasiyası yolu ilə alınmış gərginlikdir.

Məlum olduğu kimi, boru divarında yaranan gərginlik hidrostatik təzyiqlə və borunun gətirilmiş radiusu ilə düz, boru divarının qalınlığı ilə tərs mütənəsbdir. Ona görə də eyni bərabər şəraitdə boru divarının qalınlığının artması ilə onun daxilində yarana biləcək hidrostatik təzyiqlin qiyməti də artacaqdır. Boru kəmərinə təzyiqlin maksimal yol verilən qiyməti MOP (*Maximum Allowable Operating Pressure* – buraxıla bilən maksimal işçi təzyiql) kimi işarə edilir.

$$MOP = \frac{2MRS}{C(SDR - 1)} \quad (11.1)$$

Burada: C - möhkəmliyin ehtiyat əmsalı olub, PE borulardan tikilən su kəmərləri üçün 1,25 və qaz kəmərləri üçün 2 – 3,95 qəbul edilir; SDR - borunun xarici nominal diametrinin (d_n) onun divarının nominal qalınlığına (e) nisbətində bərabər olan standart ölçü münasibətidir:

$$SDR = \frac{d_n}{e} \quad (11.2)$$

SDR ilə nominal işçi təzyiq (P_n) arasında cədvəl 11.1-də göstərilən asılılıqlar mövcuddur.

Cədvəl 11.1

PE 100 borularının növləri üzrə onların nominal təzyiği və ölçü xarakteristikaları arasındakı münasibətlər

Borunun növü (tipi)	PE-100 boru üçün nominal təzyiq, kqq/sm ²	SDR	S boru seriyası
Orta yüngül	4	41	20
Orta	6,3	26	12,5
Yüngül	10	17	8
Yüngül	12,5	13,6	6,3
Çox ağır	16	11	5

(11.1) ifadəsindəki $\frac{SDR-1}{2}$ ifadəsi borunun seriyasını xarakterizə edir:

$$S = \frac{SDR-1}{2} \quad (11.3)$$

Boru kəmərinin maksimal işçi təzyiği aşağıdakı kimi tapıla bilər:

$$P_{i\text{ş}}^{\max} = \frac{2\sigma e}{d-e} \quad (11.4)$$

Burada: σ - boru divarında yol verilə bilən gərginlik olub, MRS/C , Mpa.

(11.4) ifadəsindən yazmaq olar:

$$\frac{\sigma}{p_{i\dot{s}}^{max}} = \frac{\frac{d}{e}-1}{2} = \frac{SDR-1}{2} = S \quad (11.5)$$

(11.1) və (11.5) asılılıqları tikinti obyektinin konkret şəraitinə uyğun olaraq, borunun diametri ilə onun divarının qalınlığı arasındakı münasibəti hesablamağa imkan verir. Borunun diametrinin son (dəqiqləşdirilmiş) qiyməti boru kəmərinin hidravlik hesablanması əsasında seçilir. Bu barədə növbəti bölmələrdə məlumat veriləcəkdir.

11.3.3. PE boruların minimal əyilmə radiusu

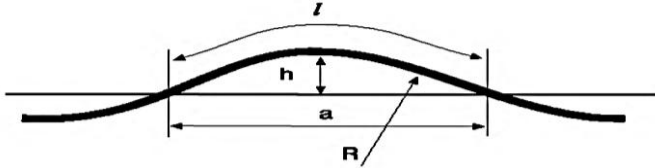
Borudüzmə zamanı temperaturdan və SDR-dən asılı olaraq, PE boruların minimal əyilmə radiusunun qiymətləri cədvəl 11.2-də verilmişdir.

Cədvəl 11.2

Xarici diametrindən asılı olaraq PE boruların yol verilən minimal əyilmə radiusları

Standart ölçü münasibətləri	Xəndəyə düzülmə temperaturunda boruların minimal əyilmə radiusu		
	0° C	10° C	20° C
SDR 41	125 d	85 d	50 d
SDR 33			
SDR 26	75 d	50 d	30 d
SDR 21			
SDR 17,6	50 d	35 d	20 d
SDR 17			
SDR 13,6			
SDR 11			

Boru kəmərinin maksimal temperaturlar fərqindən asılı olaraq, onun uyğun nisbi uzanması baş verir (şək.11.3). Bu uzanmanın qiyməti alınmış qövslə qabarmanın uzunluqlarının nisbəti ilə müəyyən olunur (cədvəl 11.3).



Şək. 11.3. PE boru kəmərinin nisbi uzanması

Cədvəl 11.3

**Radiusun vahid qiymətində “ilanvari” qövsün
həndəsi parametrlərinin qiymətləri**

Temperatur tərəddüdləri, $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Qövsün uzunluğunun qabarmanın uzunluğuna nisbəti, $l/a, \text{m}$	Qövsün uzunluğu, l, m	Qabarmanın uzunluğu, a, m	Əyilmə məsafəsi, h, m
10	1,0022	0,2269	0,2264	0,0064
20	1,0045	0,3316	0,3301	0,0137
30	1,0067	0,4014	0,3987	0,0201
40	1,0087	0,4538	0,4499	0,0256
50	1,011	0,5236	0,5176	0,0341
60	1,0131	0,5585	0,5513	0,0387
70	1,0168	0,6109	0,6014	0,0463
80	1,0176	0,6458	0,6346	0,0517
90	1,0196	0,6807	0,6676	0,0574
100	1,022	0,7156	0,7004	0,0633

Cədvəl 11.3-də R radiusunun vahid qiyməti üçün qövsün uzunluğunun qabarmanın uzunluğuna olan nisbətinin (l/a), həmçinin qövsün (l), qabarmanın (a) və əyilmənin (h) uzunluqlarının qiymətləri göstərilmişdir.

11.2 və 11.3 cədvəllərindən istifadə etməklə “ilanvari” qövsün addımını hesablamaq olar.

11.4. Polietilen boru kəmərlərinin tikinti-quraşdırma işləri

Materialının elastikliyi və çəkisinin yüngül olması “sərt” materialdan (polad, çuqun, şüşə-plastik) olan boru kəmərləri ilə müqayisədə polietilen borulardan tikilən boru kəmərlərinə müəyyən üstünlüklər verir. Boru kəmərlərinin tikintisində çox zaman xəndəyin qaşında maksimal uzunluğa malik pletlər qaynaq edilir, sonra onlar xəndəyə endirilir. Orada isə bir neçə qaynaq tikişi yerinə yetirməklə borular bir-biri və ya birləşdirici detallarla (həmçinin, armaturlarla) birləşdirilir.

11.4.1. Qaz kəmərlərinin tikilməsi üçün polietilen borular

Qaz kəmərlərinin tikintisində də polietilen materialdan hazırlanmış boruların istifadəsi müsbət nəticələr vermişdir. Yüngül, elastik olması onların nəqlini və quraşdırılmasını asanlaşdırır. Polietilen qaz boruları materialı etibarlı ilə yalnız polietiləndən və ya əlavə təbəqələrlə gücləndirilmiş şəkildə istehsal oluna bilər.

Polietilen borular 80 və 100 sinifli polietiləndən hazırlanır. PE 80 və ya PE 100 markalarında “PE” boru materialının polietilen olduğunu, 80 və 100 rəqəmləri isə polietilenin markasını göstərir. İqtisadi nöqteyi-nəzərdən PE 100 markalı borulardan yüksək təzyiqli kəmərlərdə istifadə olunur.

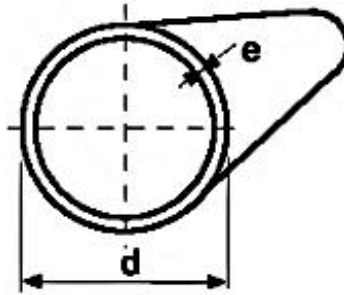
Diametri 100 mm-dən kiçik olan polietilen qaz boruları 50-500 m uzunluğunda buxtalar şəklində buraxılır.

Divarının qalınlığı və işçi təzyiqinə görə borular iki yerə bölünür:

- PE 80 – diametri 20-315 mm, maksimal təzyiqi 0,6 MPa-a qədər;
- PE 100 – diametri 20-630 mm, maksimal təzyiqi 1,2 MPa-a qədər.

Sarı rənglə 80 sinifli məmulatlar, narıncı ilə isə 100 sinifli məmulatlar markalanır.

Qaz kəmərləri üçün, əsasən 20 – 500 mm diametrlı PE borular istehsal olunur. PE qaz kəmərləri yalnız yeraltı çəkiliş sxemi üzrə yerinə yetirilir. Qaz kəmərlərinin tikilməsi üçün istifadə edilən PE boruların bəzi göstəriciləri cədvəl 11.4-də göstərilmişdir (şək 11.4.).



Şək. 11.4. Qaz kəməri üçün PE boruların ölçüləri

Cədvəl 11.4

**Qaz kəmərləri üçün istifadə edilən
PE boruların əsas ölçüləri**

Nominal xarici diametr, d, mm	SDR 17,6	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
	Borunun divarının nominal qalınlığı e, mm				
1	2	3	4	5	6
20	-	-	-	2,3	3,0
25	-	-	-	2,3	3,0
32	-	-	2,4	3,0	3,6
40	2,3	2,4	3,0	3,7	4,5
50	2,9	3,0	3,7	4,6	5,6
63	3,6	3,8	4,7	5,8	7,1
75	4,3	4,5	5,6	6,8	8,4

Cədvəl 11.4-ün davamı

1	2	3	4	5	6
90	5,1	5,4	6,7	8,2	10,1
110	6,3	6,6	8,1	10,0	12,3
125	7,1	7,4	9,2	11,4	14,0
140	8,0	8,3	10,3	12,7	15,7
160	9,1	9,5	11,8	14,6	17,9
180	10,3	10,7	13,3	16,4	20,1
200	11,4	11,9	14,7	18,2	22,4
225	12,8	13,4	16,6	20,5	25,2
250	14,2	14,8	18,4	22,7	27,9
280	15,9	16,6	20,6	25,4	31,3
315	17,9	18,7	23,2	28,6	35,2
355	20,1	20,9	26,1	32,2	39,7
400	22,7	23,5	29,4	36,3	44,7
450	25,6	26,5	33,1	40,9	50,0
500	28,4	29,4	36,8	45,4	55,6

PE boruların təsnifatı onların minimal uzununa möhkəmliyinə (MRS) və standart ölçü münasibətlərinə (SDR) görə aparılır. Qaz kəmərləri üçün borular minimal uzununa möhkəmliyi MRS 8,0 MPa (PE 80) və MRS 10,0 MPa (PE 100) olan polietiləndən hazırlanırlar. Nəzəri olaraq, SDR-in eyni, MRS-in fərqli qiymətlərinə malik borulardan istifadə etməklə fərqli C möhkəmlik ehtiyatı olan qaz kəmərlərini layihələndirmək mümkündür. Müxtəlif markalı polietiləndən hazırlanmış, $T_{istismar} + 20^{\circ}\text{C}$ temperaturda istismar müddəti 50 il olan borularda təzyiqin yol verilən qiymətləri cədvəl 11.5-də göstərilmişdir.

Polietilen borulardan qaz kəmərlərinin tikilməsinin səmərəliliyi təkcə böyük istismar müddətinə (50 il) deyil, eyni zamanda aşağıdakı mühüm xüsusiyyətlərə əsaslanır:

- çəkisinin az olması;
- aşağı qaz keçiriciliyi;
- korroziyaya, kimyəvi və elektrokimyəvi proseslərə davamlılığı;

- daxili səthinin ideal hamar olması səbəbindən qazın asan nəqli;
- şaxtaya davamlılığı;
- hidroizolyasiya və mühafizə kojuxlarından istifadə edilməsi zərurətinin olmaması;
- ekoloji təmizliyi.

Cədvəl 11.5

Maksimal işçi təzyiqin (*MOP*) möhkəmlik ehtiyatı əmsalının (*C*) hesabi qiymətinə münasibəti

Maksimal işçi təzyiq <i>MOP</i> , MPa	Maksimal işçi təzyiq (<i>MOP</i>) üçün möhkəmlik ehtiyatı əmsalının (<i>C</i>) hesabi qiyməti									
	“PE 80” borusu (MRS 8,0 Mpa)					“PE 100” borusu (MRS 10,0 Mpa)				
	SDR17,6	SDR 17	SDR13,6	SDR 11	SDR 9	SDR17,6	SDR 17	SDR13,6	SDR 11	SDR 9
0,3	3,2	3,3	4,2	5,3	6,7	4,0	4,2	5,3	6,7	8,3
0,4	2,4	2,5	3,2	4,0	5,0	3,0	3,1	4,0	5,0	6,2
0,6	-	-	2,1	2,7	3,3	2,0	2,1	2,6	3,3	4,2
1,0	-	-	-	-	2,0	-	-	-	2,0	2,5
1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1

PE borulardan qaz kəmərlərinin quraşdırılması zamanı konstruksiyanın hermetikliyi tam təmin olunur. Quraşdırma prosesi qaynaqla yerinə yetirilir və eləcə də elektrik qaynaqlı fitinqlərdən (fason hissələri) və sökülüb-yığılan fləns birləşmələrindən istifadə olunur.

11.4.2. Polietilen boruların daşınması və saxlanması

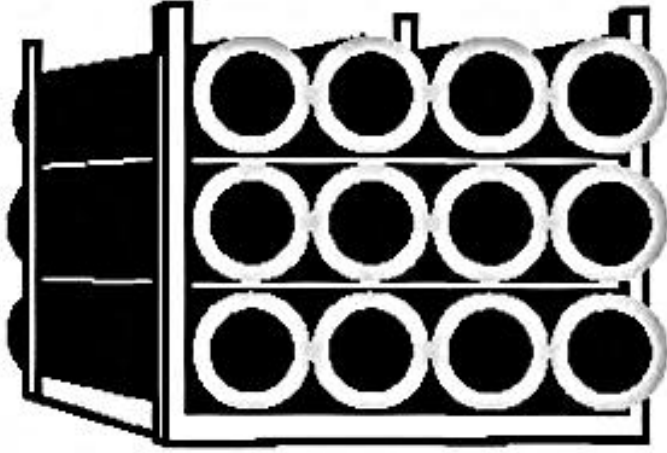
Polietilen borular və onların birləşdirici detalları xüsusi avadanlıqlarla təchiz edilmiş nəqliyyat vasitələrində daşınmalıdır. Boruları bir-birinin içərisində də nəql etmək olar. Bu zaman boruların əzilməməsi üçün onların çıxarılması köməkçi alətlərin köməkliliyi ilə yerinə yetirilməlidir. Nəqliyyat vasitəsində boruların sürüşməsinin və ya diyirlənməsinin qarşısını almaq üçün onlar bərkidilməlidir.

Polietilen boruların yüklənməsi və boşaldılması avtomobil kranları ilə və ya əllə (çəkisi yüngül olduğuna görə) həyata keçirilir. Yükləmə-boşaltma işləri zamanı yumşaq kanatlardan (lent) istifadə olunmalıdır. Bu zaman boruların zərbələrdən mühafizəsi məqsədilə onların şələ şəklində yerdəyişməsinə, boru və birləşdirici detalların nəqliyyat vasitəsindən atılmasına tol verilməməlidir.

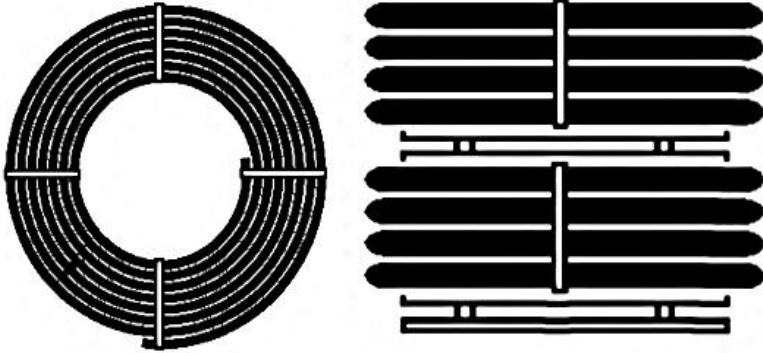
Boruların yalnız laqalar üzərində diyirlənməsinə icazə verilmə bilər. Temperaturun çox aşağı düşməsi ilə polietilen borular kövrəkləşir. Ona görə də polietilen boruların yüklənilib-boşaldılması və nəqli zamanı ətraf mühitin temperaturu – 20⁰ C-dən az olmamalıdır. – 40⁰ C-dək hava temperaturunda boruların yüklənilmə-boşaltma və daşınma işlərinin xüsusi paketlərdə yerinə yetirilməsinə icazə verilir. Bu tələblər birləşdirici detallara da şamil edilir.

Polietilen boruların saxlanması üçün meydanaçə hamar və daşsız olmalı, kəsici əşyalardan təmizlənməlidir. Anbarlama zamanı boruların dağılmaması (diyirlənməməsi) üçün tədbirlər görülməlidir (şək.11.5).

Dimetri 110 mm-dən kiçik, buxtalar şəklində göndərilən olan PE borular horizontal şəkildə saxlanılmalıdır (şək.11.6).



Şək. 11.5. Uzununa kəsilmiş boy boruların anbarlanması



Şək. 11.6. Buxtalar şəklində polietilen boruların anbarlanması

Birləşdirici detallar qapalı yerləşkələrdə qaynaq texnikası ilə bir yerdə saxlanılır. Tikinti sahəsində yerləşən boruların kənarlarının əzilməməsi üçün onların inventar tıxaclarla qapanması məsləhətdir.

Trasa göndərilməsindən qabaq borular yarana biləcək qüsurların aşkar edilməsi məqsədilə vizual nəzarətdən keçirilir. Açıq havada PE borular hazırlandığı tarixdən etibarən 6 aydan çox saxlanıla bilməz. Boy boruların və buxtaların 2 aydan böyük müddətə saxlanıldığı halda ştabellərin hündürlüyü 2 m-dən artıq ola bilməz. Daha az müddətə saxlanılma üçün SDR41, SDR33, SDR26, SDR21, SDR17,6, SDR17 olan borular üçün 3 m, SDR13,6 və SDR11 olan borular üçün isə 4 m-dən çox ola bilməz.

PE boruların və onların birləşdirici detallarının istifadəsi zamanı nəzərə alınmalıdır ki, birbaşa günəş şüalarının düşməsi və digər şərtlər daxilində onların saxlanılmasının ümumi zəmanət müddəti maksimum 2 il ola bilər. Əgər PE boruların və onların birləşdirici detallarının normativ sənədlərlə müəyyən edilmiş saxlanma müddəti keçərsə, onların yararlılığı barədə qərarı yalnız istehsalçı zavod və ya akkreditə olunmuş sınaq laboratoriyaları verə bilər.

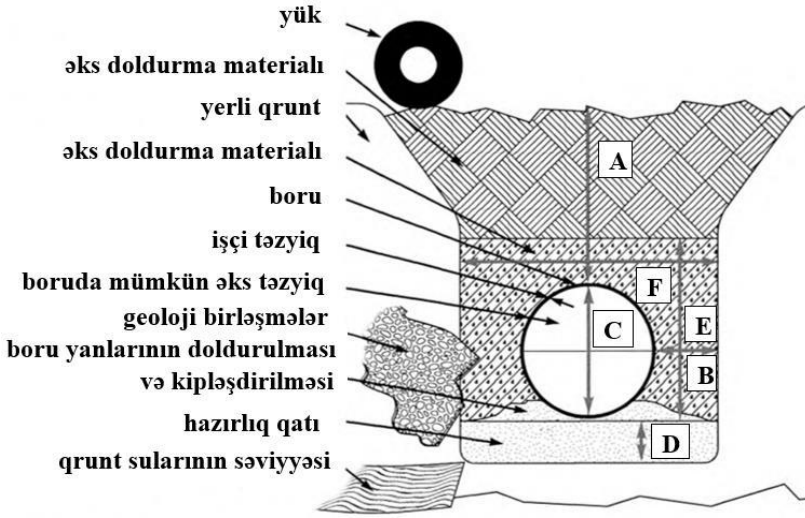
PE boruların, onların birləşdirici detallarının daşınması, saxlanması və yükləmə-boşaltma əməliyyatları əmək mühafizəsinin ümumi tələblərinə riayət etməklə yerinə yetirilməlidir.

11.4.3. Polietilen boru kəmərlərinin xəndəyə düzülməsi

PE boruların xəndəyə qoyulma dərinliyi onların həlqəvi möhkəmliyindən, boru kəmərlərinin tikintisindən və istismarının yerli şəraitindən asılıdır. Şək. 11.7-də qruntda basdırılmış boru kəmərinə təsir edən amillər göstərilmişdir.

Boru səthinə düşən yük, onun basdırılma dərinliyi, əks doldurulma üçün istifadə olunan materialların xüsusiyyətləri və keyfiyyəti, qruntda sularının mövcudluğu və səviyyəsi, geoloji birləşmələrin mövcudluğu və s. kimi amillərin boru kəmərinə təsirlərinin kompleks şəkildə öyrənilməsi və nəzərə alınması ilə

bu və ya digər borunun seçilməsi haqqında mülahizə yürütmək olar. Belə qəbul olunmuşdur ki, qrunnun təzyiqi təkcə borunun özünün malik olduğu həlqəvi möhkəmliyi ilə deyil, həm də onun daxili ilə nəql olunan mühitin kifayət qədər yüksək təzyiqi (6-16 atm.) ilə kompensasiya edilir. Bu təzyiq qrunnun hətta 2-7 m dərinlikdə göstərdiyi təzyiqdən xeyli yüksəkdir.



Şək. 11.7 Qruntda basdırılmış boru kəmərinə təsir edən amillər

- A – yer səthinə qədər məsafə; B – xəndəyin divarına qədər məsafə; C – borunun diametri;
D – hazırlıq qatının (yastıq) qalınlığı;
E - əks doldurmanın qalınlığı;
F – xəndəyin eni.

PE borunun seçilməsi zamanı ona diqqət yetirmək lazımdır ki, boru kəmərinin təzyiqsiz vəziyyətində belə borunun özünün həlqəvi möhkəmliyi qrunnun təzyiqinə effektiv müqavimət göstərməyə kifayət etsin. Təzyiqli PE borular kifayət qədər böyük həlqəvi möhkəmliyə malikdir və qrunn

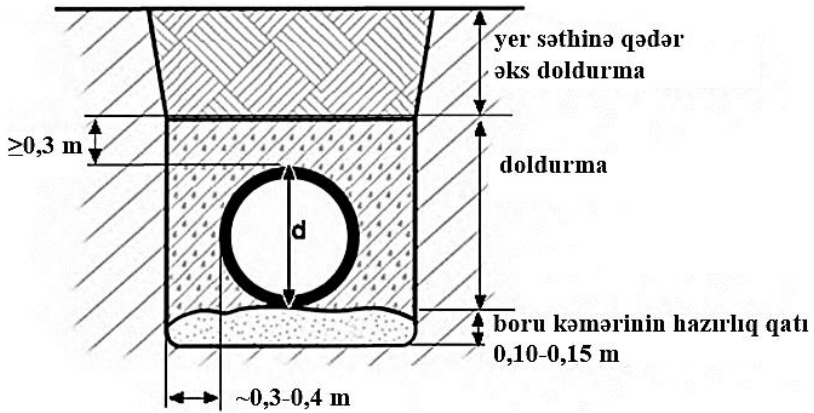
təzyiqinə müqavimət göstərməyə qadirdir. Məsələn, SDR17 olan PE 100 (işçi təzyiqi 10 atm.) boruları adi istismar şəraitində 22 kN/m^2 həlqəvi möhkəmliyinə malikdir və müvəffəqiyyətlə futlyar qismində istifadə edilə bilər.

11.4.3.1. Torpaq işləri. Qeyd edildiyi kimi, PE boruların çəkisinin az olması və elastikliyi onlara polad, çuqun və şüşə-plastik kimi “sərt” materiallardan hazırlanmış borularla müqayisədə müəyyən üstünlüklər qazandırır. Məsələn, PE boru kəmərlərinin tikintisi zamanı xəndəyin qaşında maksimal uzunluğa malik pletlər qaynaq edilərək xəndəyə endirilir və orada onlar ya öz aralarında, ya da armaturlara birləşdirilərək bir neçə qaynaq tikişi yerinə yetirilir. Ona görə də xəndəyin eni kifayət qədər kiçik qəbul edilə bilər. Bu isə öz növbəsində torpaq işlərinin həcmninə və əks doldurma materialının kütləsinin azalması hesabına daşınma xərclərinin azalmasına gətirir.

Lakin xəndəyin eni az olsa da o, qrunnun keyfiyyətli kipləşdirilməsinə imkan verməlidir. PE boru kəməri üçün xəndəyin hazırlanması üzrə işlər təhlükəsizlik qaydalarına əməl edilməsi şəraitində yerinə yetirilməlidir.

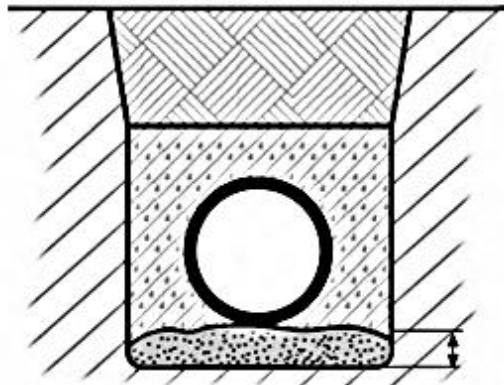
11.4.3.2. Xəndəyin profili. PE boru kəmərləri üçün xəndəyin profili layihə ilə müəyyən edilir. Xəndəyin eni quraşdırma işlərinin yerinə yetirilməsi üçün şəraitin təmin edilməsi şərtləri əsasında müəyyən olunur (şək. 11.8). Horizontal diametr səviyyəsində diametri $\leq 630 \text{ mm}$ olan PE boru kəməri üçün $(D_x+0,3) \text{ m}$; $\geq 710 \text{ mm}$ olan kəmər üçün isə $(D_x+0,4) \text{ m}$ qəbul edilir.

11.4.3.3. Xəndəyin dibi. Xəndəyin dibi hamar olmalı, daşlardan və obraziv əşyalardan təmizlənməlidir. İri daşların çıxarıldığı boşluqlar qrunntla doldurulmalı və əsasın sıxlığında kipləşdirilməlidir. Sürüşməyə və yuyulmaya meyilli qruntlarda əks doldurma materialının borunu əhatə edən qruntu kip saxlaması üçün əlavə tədbirlər görülməlidir. Məsələn, xəndəyin dibi geotekstil materialla bərkidilə bilər.



Şək. 11.8. Xəndək profilinin parametrləri

11.4.3.4. Boru kəməri üçün əsasın hazırlanması. Hamarlanan tökmə qatın normal qalınlığı 0,1 m olmalıdır. Şək. 11.9-da PE boru kəməri üçün hazırlıq qatının sxemi göstərilmişdir.



Şək. 11.9. Boru kəmərinin hazırlıq qatı (tökmə, yastıq)

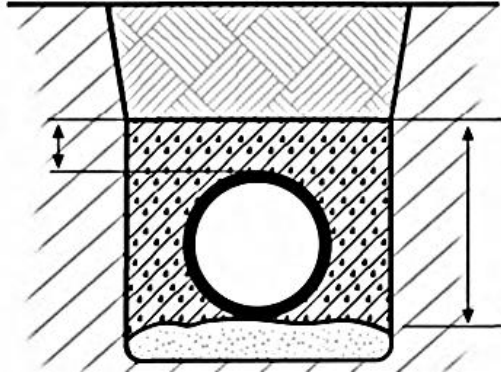
Qaya qruntunda tökmə mütləq yerinə yetirilməlidir. Əgər xəndəyin dibi qayadırsa və ya orada ölçüsü 60 mm-dən böyük daşlar varsa, bu zaman tökmə xəndəyin dibinin tam hamarlanmasına qədər artırılır. Tökmə materialı kimi qumdan, çınqıldan (maksimal ölçüsü 20 mm-ə qədər) istifadə edilir. İstənilən halda, tökmə materialının kəsici (obraziv) kənarları olmamalıdır. Əgər yerli qrunt bu tələblərə cavab verərsə, tökməyə ehtiyac qalmır.

Tökmə bərabər səviyyədə olmalıdır və kipləşdirilməməlidir. Kipləşdirilmə yalnız xəndəyin dərinləşmiş və iri daşların çıxarıldığı çalalarda yerinə yetirilir.

11.4.3.5. Boru kəmərinin torpaqla örtülməsi. Xəndəyin qazılması zamanı çıxarılan qruntun tərkibində daşlar yoxdursa (qrunt da yol verilən maksimal ölçüsü 20 mm, tək-tək 60 mm-ə qədər ölçülü daşlar ola bilər), boru kəmərinin xəndəyinin torpaqla doldurulması üçün istifadə oluna bilər. Əgər çıxarılan qrunt bu məqsəd üçün yararlı deyilsə, o zaman qum və çınqıldan (fraksiyalarının ölçüsü 22 mm-dək) və ya şebəndən (ölçüsü 4-22 mm) istifadə edilməlidir. Doldurulma xəndəyin bütün eni boyu borunun üst səthində qalınlığı 0,3 m-dən kiçik olmayan qatın yaranmasına qədər (sıxlaşdırıldıqdan sonra) davam etdirilir. Birinci qatın qalınlığı borunun diametrinin yarısından böyük, lakin 0,2 m-dən çox olmamalıdır. İkinci qat borunun üstünə qədər, lakin o da qalınlığı 0,2 m-dən çox olmamaqla yerinə yetirilir (şək. 11.10).

Doldurma zamanı qrunt kiçik hündürlükdə yayılmalıdır. Eyni zamanda, böyük kütləli qruntu borunun üzərinə yığmaq məsləhət görülmür. Adətən, boru kəmərinin ətrafının doldurulması, onların tikintisi tam başa çatdıqdan və istismara qəbul edildikdən sonra yerinə yetirilir.

11.4.3.6. Boru kəmərinin xəndəyinin əks doldurulması. Boru kəmərinin ətrafının doldurulması və qruntun kipləşdirilməsindən sonra xəndəyin tam əks doldurulmasını yerinə yetirmək olar (şək. 11.11).



Şək. 11.10. Boru kəmərinin ətrafının torpaqla doldurulması



Şək. 11.11. Xəndəyin əks doldurulması

Əks doldurmadan qabaq, yəni boru kəmərinin ətrafı və üstü doldurulduqdan sonra onun üzərinə xəbərdaredici lentin yerləşdirilməsi məsləhət görülür. Qaz kəmərləri üzərində belə lent mütləq qaydada yerləşdirilməlidir. Sonrakı qazıntılar zamanı digər boru kəmərlərinin də zədələnməməsi məqsədilə, onların yerinin və təyinatının müəyyən edilməsi üçün belə lentlərin istifadəsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Lentlər müxtəlif rənglər-

də olurlar: məsələn, qaz kəməri üçün sarı rəngdə lentlər istifadə olunur.

Əks doldurulma üçün xəndəkdən çıxarılan və ya obyektə daşınan qruntlardan istifadə edilməsi layihəyə uyğun şəkildə olmalıdır. Əks doldurma üçün istifadə edilən materialın fraksiya ölçüləri 300 mm-dən böyük olmamalıdır. İti kənarları olan və böyük ölçülü daşların xəndəyə əks doldurulması yolverilməzdir. Əks doldurmada donmuş və iri kəsəkli qruntlardan istifadə etmək olmaz.

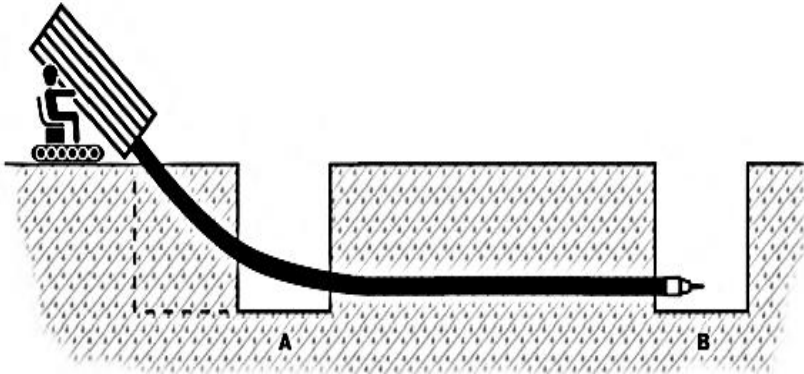
11.6. Polietilen boru kəmərlərinin xəndəksiz çəkilmə texnologiyaları

Polietilen boru kəmərlərinin xəndəksiz çəkilmə texnologiyalarının tətbiqi: xəndəyin qazılması, əks doldurulması, kipləşdirilməsi ilə bağlı xərclərdən yan keçməyə imkan verir; yol nəqliyyatının hərəkətini dayandırmağa ehtiyac qalmır; tikinti zamanı müvəqqəti yolların, keçidlərin hazırlanmasına, tikinti bitdikdən sonra torpağın məhsuldar qatının və ya yol örtüyünün bərpasına xərc çəkilməsinə ehtiyac olmur.

11.6.1. Polietilen boru kəmərlərinin qruntda horizontal-istiqamətlənmiş qazıma üsulu ilə tikilməsi

Horizontal-istiqamətlənmiş qazıma üsulu daha populyar və geniş tətbiq edilən üsuldür. Bu üsul boru kəmərlərinin avtomobil və dəmir yollarından keçidlərində, yəni açıq xəndək qazılmasının mümkün olmadığı yerlərdə daha səmərəli və iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Üsul, 630 mm-dək diametrli 100 m uzunluğunda PE boru kəmərinin yerin altında bir neçə santimetr dəqiqliklə quraşdırılmasına imkan verir.

PE boru kəmərlərinin bəhs edilən üsulla tikilməsi üzrə yerinə yetirilən işləri şerti olaraq  c mərhələyə ayırmaq olar ( ek. 11.12).



 ek. 11.12. PE boru kəmərinin horizontal-istiqlam tl nmis qazıma üsulu ilə tikilməsi

Birinci mərhələdə, xüsusi qazıma qurğusu verilən trayektoriya üzrə qazımanı həyata keçirir (A nöqtəsindən B n qt sindək). Bu zaman qazıma aləti (ba lıđı) keçirilən borudan kiçik diametrə malik olur.

 kinci mərhələdə, B nöqtəsində boru kəmərinin dartılması  c n hazırlıq görülür: qazıma ba lıđı daha böyük diametrlisi ilə əvəz olunur və ona dartılma  c n hazırlanmış PE boru bərkidilir.

 c nc  mərhələdə, PE boru kəmərinin bilavasitə B nöqtəsindən A nöqtəsinə dartılması həyata keçirilir. Qazıma qurğusu PE borunu birinci mərhələdə hazırlanmış kanala  ekir. Bu zaman  nd  ona b rkidilmis borudan bir qədər böyük diametrə malik olan başlıq hərəkət edir.

Təzyiqli PE borular – horizontal-istiqlam tl nmis qazıma üsulu ilə boru kəmərlərinin tikintisinin  n əlverişli materialı hesab edilə bilər. PE borular böyük elastikliyə v  möhkəmliyə malik olduđundan kifayət qədər böyük dartma qüvvələrinə davam gətirirlər.

11.7. Polietilen boruların birləşdirilməsi üsulları

11.7.1. Qaynaq işlərinin təşkil edilməsi

Qaynaq-quraşdırma işlərinə, adətən boru kəmərinin trası müəyyən edildikdən sonra başlanılır. Boru kəmərlərinin quraşdırılması müddətində dövrü olaraq obyektə borular daşınır və onların saxlanması üçün müvəqqəti meydança düzəldilir. Meydançaya gündəlik yerinə yetirilən iş həcmələrinə uyğun miqdarda boru gətirilməsi məsləhət görülür. Müvəqqəti meydança kimi nisbətən hündürdə yerləşən sahə seçilir və onun üstü polietilen boruları birbaşa günəş şüalarından qorumaq məqsədilə şəffaf olmayan materialla (dam və ya tentlə) örtülür.

Qaynaq avadanlıqları yerləşdirilməzdən qabaq trasın geodezik kəsimi tam şəkildə hazır olmalıdır. Qaynaq avadanlığının yerləşdirilməsi məqsədilə öncədən tras təmizlənməli və 1,5 m enində zolaq hazırlanmalıdır. Qaynaq avadanlığı yağıntı sularının axa bilmədiyi yerlərdə yerləşdirilməlidir. Qaynaq işlərinin avtomobil yolları boyu aparıldığı zaman işlərin görülməyi yerlərin ətrafında xəbərdar edici nişanlar qoyulmalıdır.

Boruların uc-uca qaynaq edilməsi üçün qaynaq avadanlığının yerləşdirilməsi zamanı boru tinlərini hazırlayan və qızdırıcı avadanlıqlar mərkəzləşdiriciyə yaxın, boruların düzöldüyü sahədən nisbətən sərbəst yerdə yerləşdirilməlidir. Çirklənmədən və zədələnmədən qorumaq üçün boru tinlərini hazırlayan və qızdırıcı avadanlıqların nəqliyyat konteynerində saxlanması məsləhət görülür. Avtonom elektrik təchizatı mənbəyi (generator) külək tutan tərəfdə bir neçə metr aralıda yerləşdirilir.

İşə başlamazdan qabaq insanların elektrik cərəyanından qorunması üçün tədbirlər görülür. Günün qaranlıq vaxtlarında işlərin aparıldığı halda yerli işıqlandırma təşkil edilməlidir.

Qaynaq işlərinin yerinə yetirilməsi və onların icrasına nəzarət işlərinə attestasiya olunmuş qaynaqçılar və qaynaq istehsalı üzrə nəzəri və praktiki biliklərə yiyələnmiş, xüsusi hazırlıq keçmiş, müvafiq qaydada sənəd əldə etmiş mütəxəssislər buraxılır. Qaynaqçılar və onların yerinə yetirdiyi qaynaq işləri barədə gündəlik olaraq “Qaynaq işləri jurnalı”nda müvafiq qeydlər edilir. Qaynaq işləri jurnalı - qaynaq işlərinin texnoloji ardıcılığı, müddəti, keyfiyyəti və s. əks etdirən əsas ilkin sənəddir.

11.7.2. Birləşmələrə qoyulan tələblər

Polietilen materialdan hazırlanmış boruların və detalların birləşmələrinə qoyulan əsas tələblər onların istismar şəraitində etibarlılığı, boru materialı ilə eyni möhkəmliyə malik olması ilə bağlıdır.

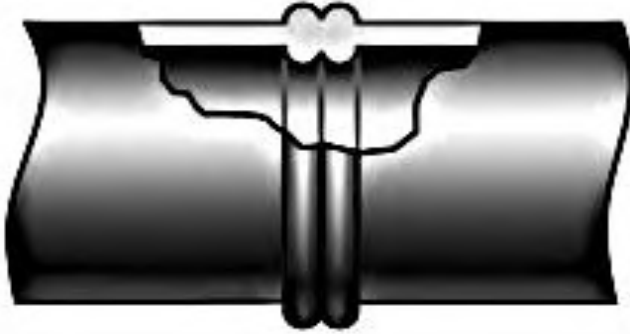
Funksional təyinatından asılı olaraq birləşmələr iki qrupa bölünür:

- sökülə bilən (açılan), yəni istismar müddəti bitdikdən sonra çıxarıla bilən;
- sökülməyən (açılmayan), yəni sökülməsi mümkün olmayan.

Sökülə bilən birləşmələr. PE borular üçün sökülə bilən birləşdirici detallar barədə əvvəlki bölmələrdə məlumat verilmişdir.

Sökülməyən birləşmələr. Boruların sökülə bilməyən birləşmələri qaynaq yolu ilə hazırlanır. Yaxşı qaynaq olunma xüsusiyyəti – PE boruların geniş tətbiqini müəyyən edən əsas amillərdən biridir.

Təzyiqli PE boru kəmərlərinin tikintisi zamanı, əsasən boruların qızdırılmış alətlə (ütü) uc-uca qaynaq tikişi ilə birləşdirilməsindən istifadə olunur (şək.11.13).



Şək. 11.13. Boruların uc-uca qaynaq tikişi ilə birləşdirilməsi sxemi

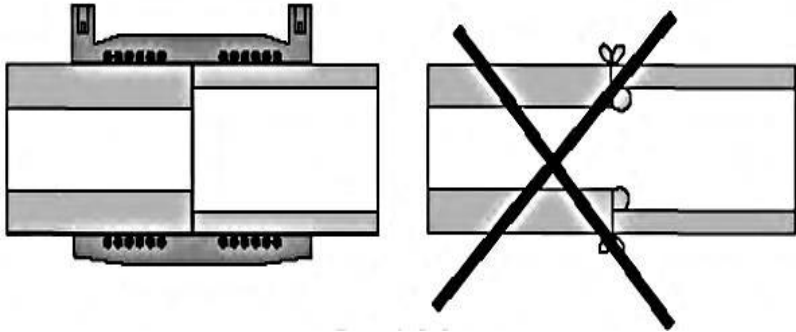
Boruların qızdırıcı alətlə uc-uca keyfiyyətli qaynağı zamanı qaynaq tikişləri üçün boru materialının möhkəmliyi səviyyəsində möhkəmlik təmin edilir və aşağıdakı göstəricilərlə səciyələninir: borular uc-uca qaynaqla birləşdirilən zaman əlavə detala (mufta) ehtiyac qalmır; qaynaq bir tikişlə yerinə yetirilir; polimerin əriməsi zamanı ayrılan qazşəkilli zərərli qaynaq məhsulunun miqdarı o qədər də çox olmur.

Uc-uca qaynaq xüsusi avadanlığın köməkliliyi ilə yerinə yetirilir. Boruların bir-biri və fason hissələri ilə qaynaq birləşmələri bilavasitə çöl şəraitində, yəni boru kəmərinin trasında yerinə yetirilə bilər.

Əymələr (dirsəklər), üçlüklər və digər birləşdirici detallar qabaqcadan zavod şəraitində daha mürəkkəb avadanlıqlarda hazırlanır.

Təbii şəraitdən asılı olaraq, uc-uca qaynaq üsulunun tətbiqi mümkün olmadıqda, əlavə qızdırıcı elementli detallarla qaynaq üsulu tətbiq edilir.

Əlavə qızdırıcı elementli muftalardan istifadə edilməsi fərqli divar qalınlığına malik boruların qaynaq edilməsinə də imkan verir. Belə ki, uc-uca qaynaq üsulunda yalnız eyni divar qalınlıqlı borular qaynaq edilə bilər (şək. 11.14).



Şək. 11.14. Fərqli SDR-ə malik boruların əlavə qızdırıcı elementli muftalarla qaynaq edilməsi sxemi

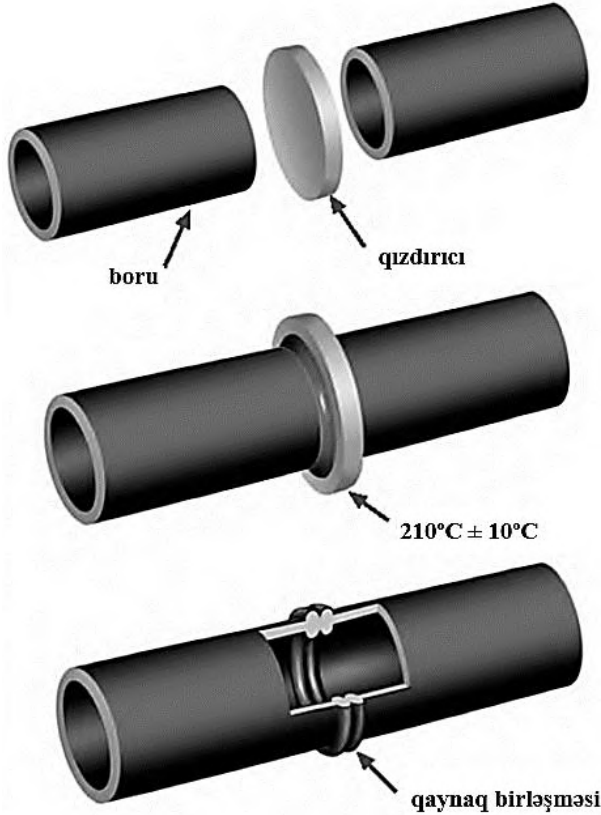
Əlavə qızdırıcı elementi olan detallarla qaynaq da kiçik diametrlı (50 mm-ə qədər) PE boruların birləşdirilməsi üçün əsas qaynaq üsullarından biri hesab olunur. Birləşmələrin bu üsulunda qaynaq tikişinin sahəsi artır, həmçinin boruların özünü mərkəzləşdirməsi təmin olunur.

11.7.3. Polietilen boruların qaynaq birləşmələrinin yerinə yetirilməsi texnologiyaları

Qızdırılmış alətlə uc-uca qaynaq zamanı polietilen borular öz aralarında əridilmiş tirləri ilə (isti kontakt qaynağı) birləşdirilir (şək. 11.15). Bu qaynaq üsulu divarının qalınlığı 5 mm-dən çox olan boruların birləşdirilməsi üçün aparıcı yer tutur. Alətin qızdırılması üçün elektrik cərəyanından istifadə olunur.

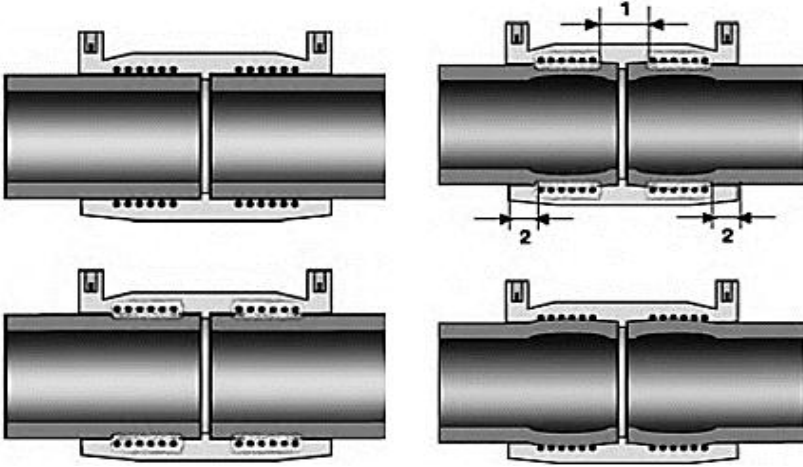
PE boruların qızdırılmış alətlə qaynaq üsulundan sonrakı yeri boruların əlavə qızdırıcı detallarla qaynaq edilməsi üsulu tutur. Bu üsul kiçik diametrlı boruların birləşdirilməsi zamanı və əlçatanlığı az olan yerlərdə işlərin yerinə yetirilməsində daha səmərəlidir. Əlavə elektrik qızdırıcılı detallarla qaynaq zamanı borular bir-biri ilə daxili səthində metal məftildən hazırlanmış elektrik spirallı olan xüsusi polietilen birləşdirici detallar

vasitəsilə birləşdirilir. Spiral məftildən elektrik cərəyanının axması ilə ayrılan istilikdən boruların və detalların birləşmə səthlərində polietilenin əriməsi nəticəsində qaynaq birləşməsi alınır.



Şək. 11.15. Uc-uca qaynaq birləşməsinin hazırlanması sxemi

Qaynaq zonasında təzyiqli borunun istilik genişlənməsi hesabına yaranır. 1 və 2 rəqəmləri ilə (şək. 11.16) ərimənin gətməsinə mane olan "soyuq" zonalar işarələnmişdir.



Şək. 11.16. Əlavə edilmiş qızdırıcı elementli mufta ilə qaynaq birləşməsinin sxemi

Özünün reoloji xüsusiyyətlərinə görə polietilen yaxşı qaynaq edilən materiallara aid olduğuna görə yuxarıda təsvir edilən qaynaq üsulları həm texniki cəhətdən sadəliyi, həm də kəfiyyət qədər böyük etibarlılığı ilə özlərinin üstünlüyünü göstərmişlər.

11.7.4. Uc-uca qaynaq: əməliyyatın yerinə yetirilməsi qaydası

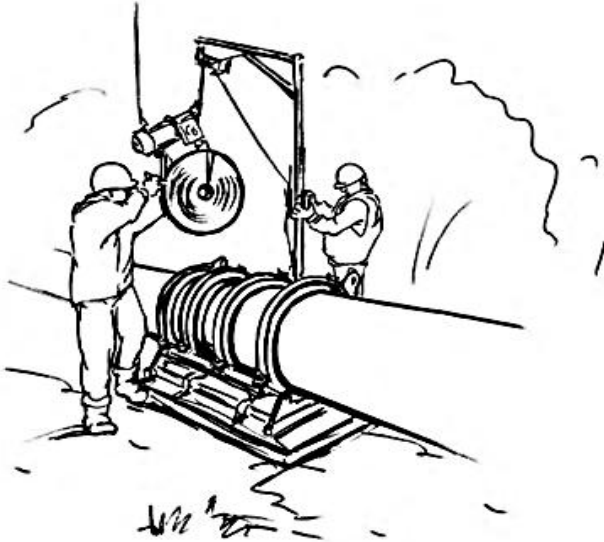
Qızdırılmış alətlə uc-uca qaynaq üsulu ilə diametri 50-1200 mm olan polietilen borular birləşdirilir. Uc-uca qaynaq üzrə işlər havanın temperaturu – 10⁰C-dən + 30⁰C-dək olduqda yerinə yetirilməlidir. Qaynağın standart rejimləri göstərilən temperatur intervalına hesablanmışdır. Temperaturun daha geniş intervalında qaynaq işləri verilən temperatur intervalını təmin edən qapalı yerlərdə (yerləşkələrdə) yerinə yetirilməlidir.

Qaynaq işlərinin istehsalı hazırlıq əməliyyatları və boruların qaynaq edilməsindən ibarətdir.

Hazırlıq əməliyyatları özündə aşağıdakı işləri birləşdirir:

- qaynaq avadanlığının sazlığının yoxlanılması və işə hazırlanması;
- qaynaq yerlərinin hazırlanması və qaynaq avadanlığının yerləşdirilməsi;
- qaynağın zəruri parametrlərinin seçilməsi;
- qaynaq maşınının mərkəzləşdiricisinin sıxacında boru və detalların bərkidilməsi və mərkəzləşdirilməsi;

Qaynaq avadanlığının hazırlanması zamanı qaynaq edilən boruya uyğun diametrləli sıxaclar seçilir. Sıxaclar, qızdırıcılar və emal aləti təmiz olmalıdır. Elektrik kabelləri tam açılaraq, enerji mənbəyinə qoşulur. Boru tinlərini emal edən alət aşağı endirilərək tinlər hazırlanır (şək. 11.17).

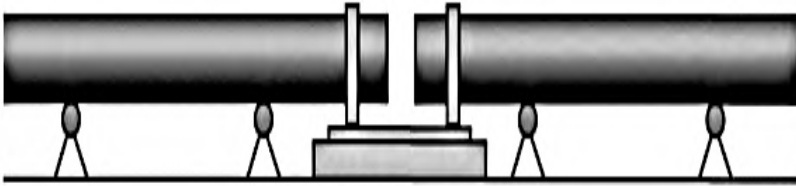


Şək. 11.17. Tinlərin emal alətinin borunun qaynaq səthlərinə daxil edilməsi

Boru və detalların bərkidilmiş və mərkəzləşdirilmiş kənarlarının tinləri təmizlənmək və düzləndirilmək məqsədilə qaynaqdan qabaq mexaniki emal olunur. Tinlərin emalı zamanı kəsilən (qaşınan) tinlərin qalınlığı 0,1-0,3 mm təşkil edir.

Tinlərin emalından sonra onların arasındakı ara məsafə yoxlanılmalıdır. Qarşı-qarşıya gətirilmiş tinlərin ara məsafəsi: diametri 110 mm-dək olan borular üçün 0,3 mm-dən; 110 mm-dən 225 mm-dək olan borular üçün 0,5 mm-dən; 225 mm-dən 400 mm-dək olan borular üçün 0,7 mm-dən; 400 mm-dən çox olan borular üçün isə 1,0 mm-dən çox olmamalıdır.

Qaynaq edilən boruların yığılması (qaynaq edilən boru kənarlarının mərkəzləşdirilməsi və bərkidilməsi) qaynaq maşınının mərkəzləşdiricisinin sıxaclarında yerinə yetirilir. Uc-uca qaynaq zamanı boru kənarlarının mərkəzləşdiricidən kənara çıxması 30-50 mm təşkil edir. Sıxaclar elə sıxılmalıdır ki, qaynaq təzyiqi edildikdə həm boruların sürüşməsi baş verməsin, həm də boru tinləri oval forma almasınlar. Boruların sərbəst kənarlarının altında onların horizontal vəziyyətdə saxlanılması üçün dayaqqlar quraşdırılır (şək. 11.18).



Şək. 11.18. Qaynaq zamanı boruların horizontal vəziyyətinin təmin edilməsi üçün dayaqqların quraşdırılma sxemi

Dayaqqlar dayanıqlı olmalı və boruların horizontal yerdəyişməsinə imkan verməlidirlər. Böyük diametrlı boruların qaynaq edilməsində bu, daha vacibdir. Belə ki, boruların öz ağırlığı qaynaq tikişinin vəziyyətini dəyişməsinə səbəb ola bilər.

Qızdırılmış alətlə uc-uca qaynaq zamanı əsas parametrlər alətin qızdırılma temperaturu (T_q), təzyiğin (P_a , P_q , $P_ç$) və zamanın (t_a , t_q , t_r , t_a və t_s) qiymətləridir. Ümumiyyətlə, PE boruların qaynaq prosesində aşağıdakı parametrlərə ciddi nəzarət edilməlidir:

t_a - tinlərin ərimə müddəti;

t_q - qızdırma (isitmə) müddəti;

t_r - qızdırıcının götürülməsi üçün texnoloji fasilənin müddəti;

t_a - təzyiğin artırılması müddəti;

t_s - qaynaq birləşməsinin təzyiq altında soyuma müddəti;

$t_{b.q.}$ - birləşmənin ümumi qaynaq müddəti;

P_a - əritmə zamanı qızdırıcı alətin boru tinlərinə göstərdiyi təzyiq;

P_q - qızdırma zamanı qızdırıcı alətin boru tinlərinə göstərdiyi təzyiq;

$P_ç$ - çökmə zamanı boru tinlərinə düşən təzyiq.

Əl ilə idarə olunan qaynaq zamanı parametrlərin qiymətləri qaynaq avadanlığının istehsalçı zavodu tərəfindən göstərilən tövsiyələr əsasında qəbul edilir. Avtomatlaşdırılmış qaynaq maşınlarında isə parametrlərin qiymətləri yaddaş blokuna daxil edilmişdir. Bu halda, bir qayda olaraq, parametrlərin dəyişdirilməsi mümkün deyildir və ya avtomatikanın bloku tərəfindən xüsusi idarə kartı ("master-kart") oxunduqdan sonra yerinə yetirilə bilər.

Qızdırıcının temperaturunun tənzimlənməsi tənzimləyici düymənin köməkliyi ilə yerinə yetirilir. İndikatorun işıq diodunda daim yaşıl işığın yanması zəruri temperaturun əldə edilməsinin göstəricisidir. Yaşıl işığın sönməsi işçi səthlərin həddindən artıq qızdırılmasını bildirir. Əritmə temperaturunun həm aşağı düşməsi, həm də yuxarı qalxması qaynaq tikişinin möhkəmliyinin azalmasına gətirir. Qaynaq prosesində təzyiğin tənzimlənməsi də qaynaq tikişinin keyfiyyətinə təsir edir. Ona görə də prosesin hər bir mərhələsində bu parametrlərə ciddi nəzarət edilməlidir.

Qızdırıcı alətlə boruların uc-uca qaynaq edilməsi aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

- borunun yerləşdirildiyi hərəkətli sıxacın yerdəyişməsi üçün lazım olan təzyiq (və ya qüvvə) (P_s – sərbəst hərəkətdəki təzyiq) ölçülür;

- zəruri temperatura malik qızdırıcı alət (qızdırıcı) boru tinləri arasında yerləşdirilir;

- əritmə prosesi yerinə yetirilir. Bu məqsədlə boru tinləri qızdırıcıya sıxılır və sərbəst hərəkətdəki təzyiq nəzərə alınmaqla ($P_s + P_s$) lazım olan təzyiq (P_s) yaradılır;

- əridilən boru tinlərinin perimetri boyu 0,5-2,0 mm -dək hündürlükdə qrat əmələ gələnədək t_s müddəti ərzində P_s təzyiqi saxlanılır;

- ilkin qrat əmələ gəldikdən sonra təzyiq P_q qiymətinə qədər azaldılır (sərbəst hərəkət təzyiqi nəzərə alınmaqla, yəni $P_q + P_s$) və boru tinlərinin qızdırılması müddətində (t_q) təzyiqin bu qiyməti saxlanılır;

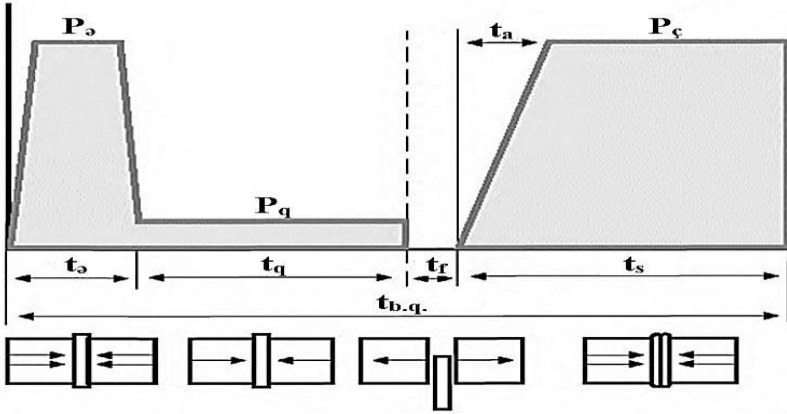
- qızdırma prosesi bitdikdən sonra mərkəzləşdiricinin hərəkətli sıxacı 5-6 sm geriyyə çəkilir və qızdırıcı element qaynaq zonasından kənarlaşdırılır (t_f);

- boru tinləri bir-birinə toxunanadək yaxınlaşdırılır və çökmə zamanı zəruri olan P_c təzyiqi yaradılır (sərbəst hərəkət təzyiqi nəzərə alınmaqla, yəni $P_c + P_s$);

- təzyiq altında soyuma müddəti (t_s) ərzində çökmə təzyiqi saxlanılır və alınmış qaynaq birləşməsinə qratın konfigurasiyası və ölçülərinə əsasən vizual nəzarət edilir;

- borular mərkəzləşdiricinin sıxacından çıxarılır və qaynaq birləşməsində boya və ya marker karandaşı ilə onun sıra nömrəsi qeyd edilir.

Qaynaq zamanı təzyiqə hidravlik nasosun manometri vasitəsilə, vaxta isə saniyəölçənlə nəzarət edilir. Prosesdə təzyiqin qiymətinin dəyişdirilməsi tsikloqramla yerinə yetirilir (şək.11.19).



Şək. 11.19. Qaynaq prosesinin tsikloqramı

Qızdırma və soyutma temperaturları, bəzi hallarda isə qızdırıcının temperaturu da havanın temperaturundan asılı olaraq müəyyən edilir. Qızdırıcı alətin çıxarılması üçün nəzərdə tutulmuş texnoloji fasilə çox uzadılmamalıdır. Əgər hər hansı səbəb üzündən bu fasilə uzun çəkərsə və qaynaq olunan səthlərin temperaturu yol verilə bilən qiymətdən az olarsa (xüsusilə, xoşagəlməz hava şəraitində), onda keyfiyyətli qaynaqdan söhbət gedə bilməz. Belə halda yenidən tikişin mexaniki emalı yerinə yetirilməli və qaynaq edilməlidir.

Hər bir qaynaq birləşməsinin yanına qaynaqçının kleymo nömrəsi yazılmalıdır. Markirovka qaynaq qratı üzərinə çökmə əməliyyatı başladıqdan 20-40 saniyə sonra, birləşmə sıxacda olarkən yerinə yetirilməlidir. Markirovka qaynaqçı tərəfindən qaynar qrat ərintisi üzərində iki diametral nöqtədə qeyd olunur. Soyumuş qrat üzərində tikişlərin qaynar kleymo ilə markirovka olunmasına yol verilə bilər. Kleymo müəyyən rəqəm və ya hərfi şifrə ilə hər bir qaynaqçıya verilir və işlərin istehsal jurnalında qeyd olunur.

11.8. Polietilen boruların və birləşdirici detalların qaynağının keyfiyyətinə nəzarət

Qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə xüsusi tələblərin qoyulmasında məqsəd istismar etibarlılığına görə onların birləşdirilən polietilen boru və detallardan geri qalmamasını təmin etməkdir. Qaynaq birləşmələrinə nəzarət zamanı onların hazırlanmasında yol verilən qüsurların – tikişin parametrlərinin normativ sənədlərin tələblərindən yolverilməz kənarlaşmaları aşkarlanaraq, onları yaradan səbəblər aradan qaldırılmalıdır. Qaynaq birləşmələrinin qüsurlarına, həmçinin onların yığılması və qaynağı zamanı tikişlərdə baş verən mikro və makro struktur qeyri bircinsliyi aiddir.

Yerinə yetirilmiş qaynaq birləşmələrinin alınma üsulundan asılı olaraq, onların keyfiyyətinə nəzarətin texniki tələbləri və sınaq üsulları da fərqlənir: qızdırıcı alətlə uc-uca qaynaqda bir, əlavə qızdırıcı elementli detalla qaynaqda digər tələb və üsullar tətbiq edilir.

Nəzarət üsulları tikinti-quraşdırma təşkilatlarının ixtisaslaşmış laboratoriyaları tərəfindən icra olunan məcburi (ekspres) və xüsusi olmaqla (sahə sınaq mərkəzləri tərəfindən yerinə yetirilən) iki yerə bölünürlər.

Fərqli üsullarla qaynaq üçün məcburi və xüsusi nəzarət üsullarının siyahıları cədvəl 11.6 və cədvəl 11.7-də göstərilmişdir.

Qaynaq tikişlərinin vizual nəzarəti və həndəsi parametrlərin yoxlanması bütün qaynaq birləşmələrində yerinə yetirilməlidir. Şək. 11.20-də qrətın parametrləri göstərilmişdir.

Qızdırıcı alətlə uc-uca qaynaqla alınmış birləşmələrin xarici görünüşü aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- xarici qrətın çıxıntılarının ölçüləri borunun divarının qalınlığından asılı olaraq cədvəl 11.8-də göstərilən kimi olmalıdır;
- qaynaq tikişinin qrət çıxıntıları simmetrik olmalı və qaynaq edilən borunun çevrəsi üzrə bərabər paylanmalıdır;

- qaynaq edilən boru və detalların kənarlarının sürüşməsi onların özlərinin divarının qalınlığının 10%-dən çox ola bilməz;
- qrat çıxıntılarının arasındakı boşluq (A-qrat çıxıntılarının xarici səthlərinin ərimə xətti) borunun (və ya detalın) xarici səthindən aşağıda qala bilməz;
- tikişin simmetrikliyi (qratın xarici çıxıntılarının eninin onun ümumi eninə olan nisbəti) onun hər bir nöqtəsində 0,3-0,7 həddində olmalıdır. Boruların birləşdirici detallarla qaynağı zamanı bu nisbət 0,2-0,8 həddində olmalıdır.
- qratın çıxıntıları boru və birləşdirici detallarla eyni rəngdə olmalı, çat, məsamə və qeyri-bircinsli birləşmələri olmamalıdır;
- qaynaqlanmış boruların və ya boru ilə fitinqlərin əyilmə bucağı 5°-dən çox olmamalıdır.

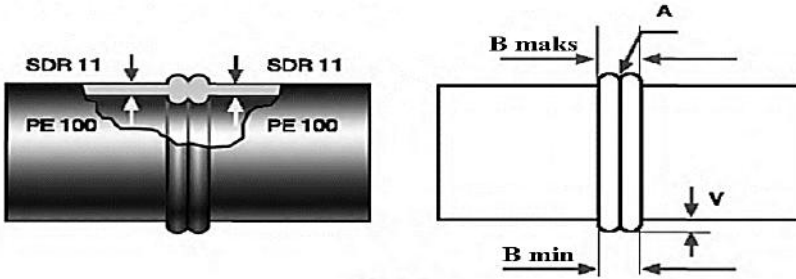
Cədvəl 11.6

Məcburi sınaq üsullarının (ekspres üsullar) siyahısı

Sınaq üsulları	Qaynaq üsulu	
	Qızdırılmış alətlə	Detallarla
1.Vizual nəzarət	+	+
2.Oxboyu dartılmaya sınaq (dartılmada maksimal uzanma)	+	-
3.Ultrasəs nəzarəti	+	-
4.Hidravlik və pnevmatik sınaq	+	+
5.Düzləşdirmə testi	-	+
6.Dartılmaya sınaq	-	+

Xüsusi sınaq üsullarının siyahısı

Sınaq üsulları	Qaynaq üsulu	
	Qızdırılmış alətlə	Detallarla
1. Statik əyilməyə sınaq	+	-
2. Daimi daxili təzyiçə sınaq	+	+
3. Uzunmüddətli dartılmaya sınaq	+	-
4. Zərbəyə davamlılığa sınaq	-	+



Şək. 11.20. Qratın parametrləri

Qratın yol verilən xarici ölçüləri

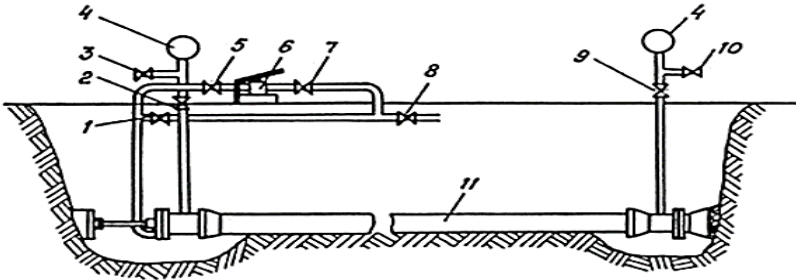
Borunun divarının faktiki qalınlığı, mm	Qratın hündürlüyü, mm		Qratın eni, mm	
	min.	mak.	min.	mak.
1	2	3	4	5
5-ə qədər	1,5	2,5	3	6
5-7	1,5	3,5	4	7,5
7-10	2	4,5	5,5	10
10-13	2,5	5	6,5	13

Cədvəl 11.8-in davamı

1	2	3	4	5
13-16	3	5,5	9	16,5
16-20	3,5	6,5	11	21
20-25	4,5	8	14	25
25-30	5	10	17	28
30-35	5,5	11	18	30
35-40	6	12	19	32

11.9. Polietilen boru kəmərlərinin sınağı

TN və Q-yə görə polietilen boru kəmərlərinin hidravlik və pnevmatik üsullarla möhkəmliyə və kipliyə (hermetikliyə) sınağı iki dəfə (ilkin və tam) keçirilməlidir (şək. 11.21).



Şək. 11.21. PE boru kəmərinin hidravlik sınağının sxemi

1,2,3,5,7,8,9,10- ventillər; 4- manometr; 6- hidravlik pres;
11- boru kəməri.

Möhkəmliyə ilkin (qabaqcadan) sınaq xəndəyin əks doldurulması və armaturların quraşdırılmasından əvvəl yerinə yetirilir. Bu zaman hidravlik sınaq təzyiqi hesabı işçi təzyiqin qiymətinin 1,5 əmsalına hasilinə bərabər olmalıdır.

Kipliyə tam (yekun) hidravlik sınaq isə bütün işlər yekunlaşdıqdan (xəndətin tam əks doldurulması, armaturların, tıxac-ların və s. quraşdırılması) sonra yerinə yetirilir. Kipliyə yekun

hidravlik sınaq təzyiqi hesabi işçi təzyiqin qiymətinin 1,3 əmsalına hasilinə bərabər olmalıdır. PE boru kəmərlərinin kipliyə hidravlik sınağı yalnız onun müəyyən müddət ərzində təzyiq altında saxlanması ilə yerinə yetirilməlidir. Bu onunla izah edilir ki, PE borular təzyiq altında işlədiyi ilk günlərdə onların diametrinin artması müşahidə edilir. Ona görə də kipliyə sınaq çox erkən aparılırsa, boruların genişlənməsindən təzyiqin qiymətinin aşağı düşməsi səhvən sızma kimi qələmə verilə bilər.

Adətən PE boru kəmərləri (xüsusən su və kanalizasiya kəmərləri) hidravlik üsulla sınaqdan keçirilirlər. Əgər PE boru kəməri (məsələn, qaz kəməri) pnevmatik üsulla sınaqdan keçirilsə, onda presləmə (sıxma) təzyiqini aşağıdakı metodika ilə hesablamaq olar:

1. (11.1) ifadəsi ilə maksimal işçi təzyiq hesablanır;

$$MOP = \frac{2MRS}{C(SDR - 1)}$$

Burada: C- möhkəmlik ehtiyatı əmsalı qaz kəmərləri üçün 2,5 qəbul edilir.

2. Sınaq (presləmə) təzyiqinin qiyməti hesablanır:

$$P_s = 1,3 MOP$$

Boru kəmərlərinin sınaq keçirilən hissələrinin uzunluğu, sərhədləri və sınağın keçirilmə sxemi layihə ilə müəyyən edilir. – 15⁰C-dən aşağı temperaturalarda qaz kəmərlərinin sınağı aparılmır. Polietilen qaz kəmərlərinin kipliyə ilkin sınağı onların xəndəyə düzülməsindən qabaq keçirilir. Bu zaman sınaq müddəti 1 saat nəzərdə tutulur. Polietilen qaz kəmərlərinin hazırlanmış hissələrinin (pletlər, buxtalar və s.) kipliyə sınıanması mövcud normativ sənədlərin və TN və Q-nin tələblərinə uyğun həyata keçirilir. PE boru kəmərlərinin kipliyə tam sınağı xəndəyin əks doldurulmasından sonra yerinə yetirilir.

XII FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN DAXİLİ SƏTHİNİN TƏMİZLƏNMƏSİ VƏ SINAĞI

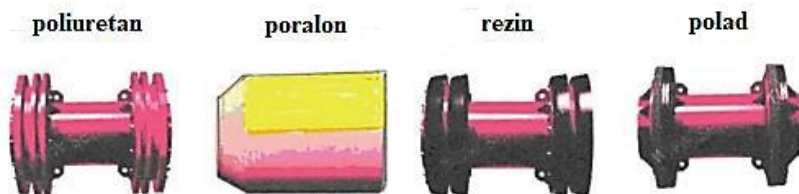
Magistral boru kəmərləri tikintisinin son mərhələsi - xəndəyə düzülmüş və üstü qrunlarla əks doldurulmuş boru kəmərinin daxili səthinin təmizlənməsi (və ya üfürülməsi) və onun möhkəmliyə və kipliyə (hermetikliyə) sınaqmasıdır. Bu işlər magistral boru kəməri istismara verilməzdən qabaq ixtisaslaşmış briqadalar tərəfindən yerinə yetirilir.

Boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi və sınağı üzrə işlər TN və Q, texniki norma və tələblərə ciddi riayət etməklə və işlərin yüksək keyfiyyətini, texnoloji ardıcılığını və fasiləsizliyini təmin etməklə, həmçinin material resurslarına (təbii qaz, sıxılmış hava və su) maksimum qənaət etməklə yerinə yetirilməlidir. Magistral boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi və sınağı üçün istisna hallarda təbii qazdan istifadə edilə bilər. Boru kəmərinin təmizlənməsi, möhkəmliyə və kipliyə sınaqması üzrə bütün işlər müvafiq formalı aktlarla sənədləşdirilir.

12.1. Magistral boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi

Boru kəmərlərinin sınaqmasından qabaq onların daxili səthi qaynaq qalıqlarından, həmçinin tikinti zamanı boru kəmərinin daxilinə düşə bilən qrun, su və digər əşyalardan təmizlənməlidir. Təmizləmə prosesinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, su və ya sıxılmış havanın (bəzi hallarda təbii qazın) təzyiqli altında

müxtəlif təmizləyici qurğular (porşenlər, ayırıcı porşenlər, kürələr və s.) magistral boru kəmərinə daxil edilir (şək. 12.1).



Şək. 12.1. Boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi üçün istifadə edilən bəzi porşenlərin konstruksiyaları

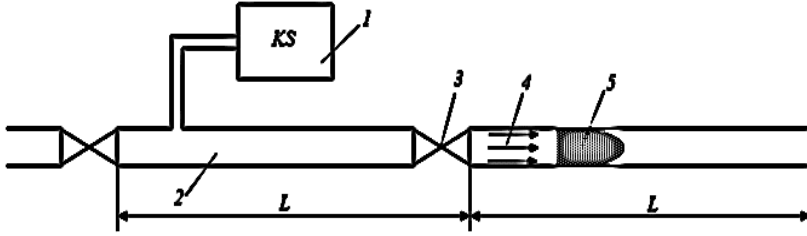
Tətbiq olunan təmizləyici qurğulardan və porşenlərin hərəkət mənbəyindən asılı olaraq, təmizləmənin aşağıdakı üsulları mövcuddur:

- porşen və ya ayırıcının daxil edilməsi ilə yuyulma;
- porşenin daxil edilməsi ilə üfürülmə;
- porşensiz üfürülmə.

Boru kəmərlərinin daxili səthinin təmizlənməsi: yeraltı kəmərlər – düzüldükdən və əks doldurulduqdan; yer səthindəki kəmərlər – düzüldükdən və üstü örtüldükdən (gömüldükdən); yerüstü (fəza) kəmərlər – düzüldükdən və bərkidildikdən sonra yerinə yetirilir.

Üfürülmə ilə təmizlənmə bütün növ boru kəmərlərində həyata keçirilir. Təmizləyici metal porşenlərin daxil edilməsi ilə üfürülmə diametri 219 mm-dən böyük olan yeraltı və yerüstü kəmərlərdə yerinə yetirilir. Üfürülmə zamanı təmizləyici porşenin daxil edildiyi boru hissəsinin uzunluğu bitişik hissənin - resirverin (qəbuledici kimi xidmət edən təmizlənmiş hissə) uzunluğundan böyük olmamalıdır (şəl.12.2).

Əksər hallarda boru kəmərlərinin üfürülməsi sıxılmış hava ilə həyata keçirilir. Qəbuledici və üfürülən hissələrin uzunluqlarının 1:1 nisbəti üçün qəbuledicidə havanın (və ya qazın) təzyiqi cədvəl 12.1-də göstərilmişdir.



Şək. 12.2. Boru kəmərinin təmizlənəcək hissəsinə sıxılmış havanın verilmə sxemi

1- kompressor stansiyası; 2- resirver; 3- bağlayıcı armatura; 4- təmizlənəcək hissə; 5- təmizləyici porşen.

Cədvəl 12.1

Resirverdə havanın təzyiqi

Boru kəmərinin şərti diametri	Resirverdə təzyiq, Mpa (kqq/sm ²)	
	Təmizləyici qurğularla təmizlənən boru kəmərləri üçün	Təmizləyici qurğularla təmizlənməyən boru kəmərləri üçün
400 mm-dək	0,6 (6)	1,2 (12)
400-800 mm	0,5 (5)	1,0 (10)
1000- 1400 mm	0,4 (4)	0,8 (8)

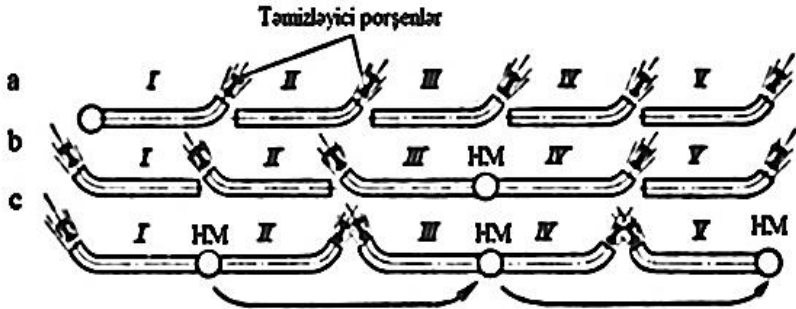
Bəzi hallarda, istisna olaraq, kəmər trasının ayrı-ayrı hissələrində üfürülmənin təbii qazla icra edilməsi mümkündür. Bu zaman boru kəməmindən hava çıxarılır; bu halda havanın sıxışdırılması üçün vurulan qazın təzyiqi 0,2 MPa-dan çox olmamalıdır.

Havanın sıxışdırılıb çıxarılması o zaman başa çatmış hesab edilir ki, boru kəməmindən çıxan qazın tərkibində oksigenin miqdarı 2%-dən çox olmasın. Üfürülmə üçün resirver boru kəmərinin bitişik və hər iki tərəfdən tıxac və ya bağlayıcı armaturla məhdudlaşdırılan hissəsində yaradılır.

Boru kəmərlərinin üfürülməsinin təşkilinin bir neçə sxemi mövcuddur: bir hava (qaz) mənbəyindən; bir neçə hava (qaz)

mənbəyindən; iki qaz mənbəyi arasındakı tikilməkdə olan qaz kəmərlərindən.

Şək. 12.3-də boru kəmərinin bir hava (qaz) mənbəyindən üfürülmə sxemi göstərilmişdir.

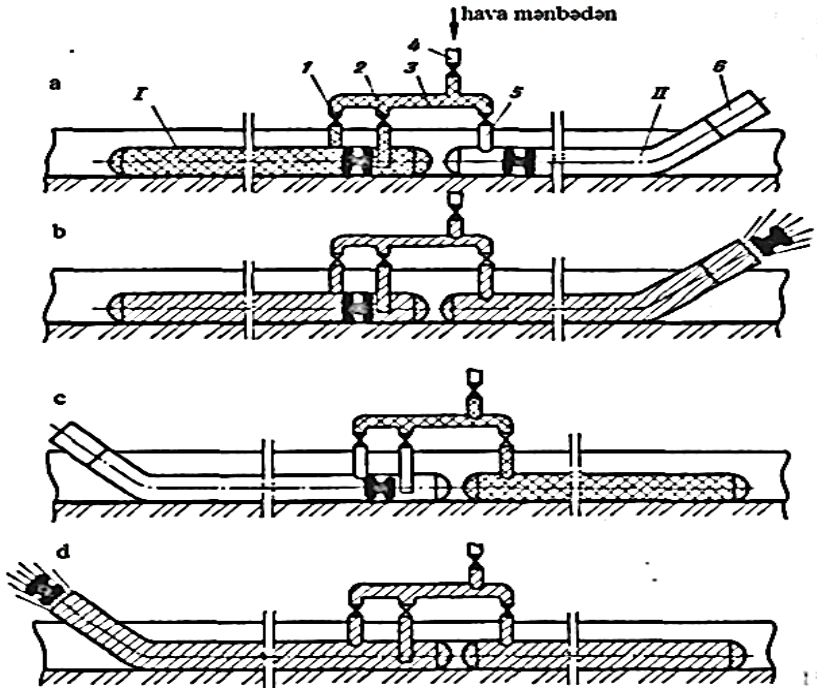


Şək. 12.3. Boru kəmərinin bir hava mənbəyindən (HM) təşkil edilən üfürülməsinin prinsipial sxemi
I-V- üfürülmə sahələri

Üfürülmə, birtərəfli xətti sxem (şək. 12.3, a) üzrə - hava (qaz) mənbəyindən əks istiqamətə boru kəmərinin hazır olan ayrı-ayrı hissələrində, iki tərəfli sxem (şək. 12.3, b) üzrə isə - boru kəmərinin bir neçə hissəsinin mərkəzində yerləşən birləşmə qovşağından hər iki istiqamətdə yerinə yetirilir. Şək. 12.3, c-də göstərilən sxem o halda tətbiq edilir ki, tikinti işlərinin vəziyyəti ikidən artıq sahənin üfürülməsini həyata keçirməyə imkan vermir.

Magistral boru kəmərlərində üfürülmə işlərinə başlamazdan qabaq aşağıdakı üfürmə parametrlərinin hesablanması yerinə yetirilir: üfürülən hissənin maksimal uzunluğu, resirverdə başlanğıc təzyiq, baypas xəttinin və bağlayıcı armaturun diametri.

Sıxılmış hava ilə üfürmənin prinsipial sxemi şək. 12.4-də göstərilmişdir.



Şəkil 12.4. Boru kəmərinin hava ilə üfürülməsinin prinsipial sxemi

1, 2- kranlar; 3- kollektor;
4, 5, 6- borucuqlar.

Boru kəmərlərinin üfürülməsi üzrə işlərin aparılma texnologiyası aşağıdakı kimidir. Üfürülən hissənin ortasında qovşaqlıma qovşağı yerləşdirilir. Bu qovşaq iki qanaddan - resirver və üfürülən qanadlardan ibarətdir. İşlər aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir: 4 borucuğu və 3 kollektoru ilə hava I qanada vurulur (şək. 12.4, a), bu halda 2 və 5 borucuqlarındakı kranlar bağlı olur və I qanad hermetikliyə yoxlanılır; 5 borucuğundakı kran açılır və II qanad üfürülür (şək. 12.4, b); II qanadın sonunda 6 üfürmə borucuğu kəsilir və onun yerinə tıxac quraşdırılır (şək. 12.4, c); I qanadın sonundakı tıxac kəsilir və üfürmə bo-

rucuğu quraşdırılır; 5 borucuğu ilə hava II qanada vurulur, bu zaman 1 və 2 borucuqları üzərindəki kranlar bağlı olmalı və II qanadın hermetikliyi qabaqcadan yoxlanılmalıdır; 4 daşıyıcı borucuğundakı kran bağlanır; 2 və 5 borucuqlarındakı kranlar açılır və I qanad üfürülür (şək. 12.4, d).

Yerüstü boru kəmərlərinin üfürülməsi nisbətən yüngül konstruksiyalı təmizləyici qurğulardan (elastik porşen-ayırıcılar) istifadə edilməklə yerinə yetirilir ki, onların kütləsi və hərəkət sürəti boru kəmərinin və onun dayaqlarının dağılmasına səbəb olmasın. Üfürülmə o zaman bitmiş hesab edilir ki, təmizləyici qurğu çıxdıqdan sonra üfürmə borusundan təmiz hava sınağı çıxsın.

Sınağı hidravlik üsulla aparılan magistral boru kəmərlərində daxili səthin təmizlənməsi yuyulma ilə icra edilir. Yuyulma zamanı hidravlik sınaq üçün boru kəmərinə vurulan su axını ilə hərəkət edən ayırıcı porşen daxil edilir. Yuyulma zamanı təmizləyici qurğuların hərəkət sürəti 1,0 – 1,5 km/saat-dan az olmamalıdır.

12.2. Magistral boru kəmərlərinin möhkəmliyə və kipliyə sınaqması

Boru kəməri və ya onun müəyyən bir hissəsi tam hazır olduqdan (düzülmə, əks doldurma, dayaqlar üzərində bərkidilmə, daxili səthin təmizlənməsi, armatur və qurğuların quraşdırılması və s. bitdikdən) sonra onun möhkəmliyə və kipliyə (hermetikliyə) sınağını həyata keçirmək olar. Möhkəmliyə və kipliyə sınaq aşağıdakı üsullardan biri ilə yerinə yetirilir:

- hidravlik (su ilə) sınaq – qaz, neft və neft məhsulları kəmərləri;
- pnevmatik (hava və ya qaz ilə) sınaq – qaz kəmərləri;
- kombinə olunmuş (hava və su və ya qaz və su ilə) sınaq - dağ və sərt relyefli şəraitlərdə qaz kəmərləri.

12.2.1. Hidravlik sınaq

Boru kəmərlərinin hidravlik sınağı aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir:

- sınaq üçün hazırlıq;
- boru kəmərinin su ilə doldurulması;
- boruda təzyiqin sınaq təzyiqinədək qaldırılması;
- möhkəmliyə sınaq;
- təzyiqin maksimal işçi təzyiqədək azaldılması;
- hermetikliyə sınaq;
- təzyiqin 0,1-0,2 MPa-dək düşürülməsi;
- suyun kənarlaşdırılması.

Sınaq işlərinə hazırlıq dövründə aqreqatların əlaqələndirici kəmərlərinin quraşdırılması və yoxlanılması, nəzarət-ölçü cihazlarının quraşdırılması, sınaq hissəsinin bitişik kəmərdən ayrılması həyata keçirilir.

Sınaq üzrə bütün işlər kompleksi iki əsas texnoloji prosesdən ibarətdir: boru kəmərinin su ilə doldurulması və onun təzyiqinin yüksəldilməsi (sıxılma – presləmə). Boru kəmərinin su ilə doldurulması üçün vurucu, onların daxili təzyiqini yüksəltmək üçün isə presləmə qurğularından istifadə olunur. Hazırda belə aqreqatların müxtəlif növləri mövcuddur. Müasir su vuran aqreqatların məhsuldarlığı 450-500 m³/saat-a, borudaxili təzyiqin qaldırılması üçün tətbiq edilən presləmə aqreqatlarının məhsuldarlığı isə 8-40 MPa basqı ilə 80-90 m³/ saat-a çatır. Vurucu və presləmə aqreqatlarının quraşdırılma yeri su mənbələrinin mövcudluğu nəzərə alınmaqla və bütün sınaq boru hissəsinin doldurulması şərti ilə seçilir. Su mənbəyi qismində təbii və süni su hövzələri (çaylar, göllər, sututarlar, kanallar və s.) istifadə olunur.

Kəmərin (və ya kəmərin hər hansı hissəsinin) su ilə doldurulması zamanı borudakı havanın çıxarılması (alınması) üçün bütün kran və bağlayıcı armaturlar açıq vəziyyətdə saxlanılmalıdır. Havanın çıxarılması üçün kranların bağlanma qaydası ha-

vanın su ilə tam sıxışdırılmasını nəzərdə tutur və sınaqların keçirilmə sxemi əsasında müəyyən olunur. Vurucu aqreqlər boru kəmərinəki təzyiqlər 1–1,5 MPa-a qədər çatdırdıqdan sonra presləmə aqreqləri işə qoşulur. Presləmə aqreqləri boru kəmərinəki təzyiqlər qiymətə $P_{sin.} = 1,1 \cdot P_{i\dot{s.}}$ sınaq təzyiqinə qədər artırır. Su sızması halları baş verərsə, suyun vurulması dərhal dayandırılır, boru kəmərinə olan qüsurlar müəyyən olunaraq aradan qaldırılır və yalnız bundan sonra sınaq işləri bərpa olunur. Sınaq işləri bitdikdən sonra avadanlıqlar sökülür və növbəti sahələrdə quraşdırılır.

12.2.2. Pnevmatik sınaq

Magistral boru kəmərlərinin pnevmatik sınağı sıxılmış hava və ya təbii qazla yerinə yetirilir. Sıxılmış hava mənbəyi kimi, mobil kompressor stansiyalarından istifadə edilir. Bu qurğular aşağı və yüksək təzyiqli olurlar. Təbii qaz mənbələri qismində isə yataqlar (qaz mədənləri) və fəaliyyətdə olan qaz kəmərləri istifadə olunur. Boru kəmərlərinin pnevmatik sınağı iki mərhələdə yerinə yetirilir:

1. Möhkəmliyə sınaq (borunun qaynaq tikişlərinin möhkəmliyə yoxlanması);

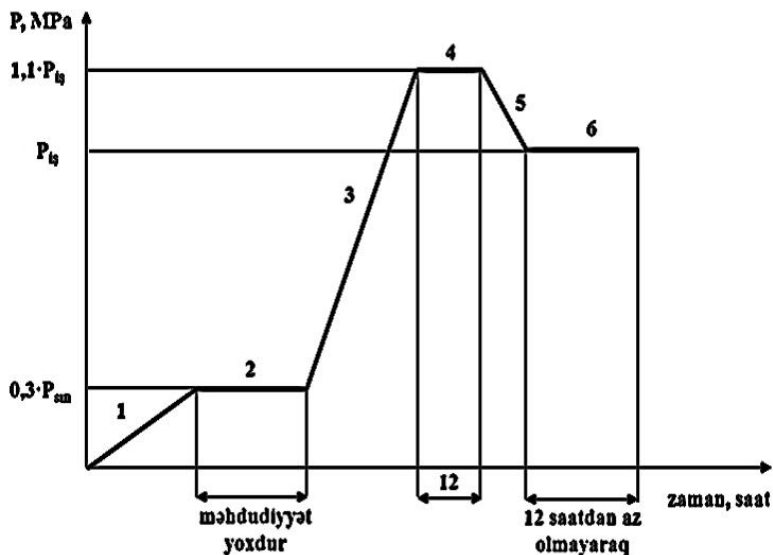
2. Kipliyə sınaq (boru kəmərinin kipliyinin yoxlanması).

Boru kəmərinin sınaqdan keçirilən hissəsinin uzunluğu hər bir hal üçün real şəraiti nəzərə almaqla müəyyən edilir.

Boru kəmərlərinin sıxılmış hava ilə sınaqması iki sxem üzrə yerinə yetirilə bilər:

- boru kəmərinə havanın yalnız atmosferdən vurulması ilə;
- boru kəmərinin sınaqdan keçirilmiş hissələrindəki havadan qismən və ya tam istifadə etməklə.

Möhkəmliyə və kipliyə pnevmatik sınaq zamanı boru kəmərinə təzyiqlərin dəyişilməsi şəkl. 12.5-də göstərilən qrafikə uyğun olmalıdır.



Şək. 12.5. Pnevmatik sınaq zamanı boru kəmərinə təzyiqin dəyişilmə qrafiki

- 1- təzyiqin 0-dan $0,3 \cdot P_{\text{sın}}$ qiymətinə qaldırılması (2 Mpa-dan çox olmamaq şərti ilə); 2- trasa baxış; 3- təzyiqin $P_{\text{İş}} = 1,1 \cdot P_{\text{İş}}$ qiymətinə qaldırılması; 4- möhkəmliyə sınaq; 5- təzyiqin $P_{\text{her.}} = P_{\text{İş}}$ qiymətinə düşürülməsi; 6- hermetikliyə sınaq.

Sınaq zamanı boru kəmərinə havanın vurulması və onun təzyiqinin qaldırılması hər bir pillədə trası mütləq nəzarətdən keçirmək şərti ilə bir neçə pillədə yerinə yetirilməlidir: sınaq təzyiqinin 30% və 60%-nə bərabər qiymətlərində.

Sınaq təzyiqi $1,1 \cdot P_{\text{İş}}$ təşkil edir. Məsələn, boru kəmərinin işçi təzyiqi 75 MPa olarsa, sınaq zamanı təzyiq 82,5 MPa-dək qaldırılmalıdır.

Sınaq zamanı kəmərin azı iki nöqtəsində təzyiq və temperatur ölçülməlidir. Havanın sızması və ya hər hansı boru və ya qaynaq tikişinin dağılması baş verərsə, havanın verilməsi tədricən dayandırılmalı, təzyiq atmosfer təzyiqinə qədər azaldılmalı,

qüsurlar aradan qaldırıldıqdan sonra sınaq işləri bərpa edilməlidir. Sınaqdan keçən boru kəməri istismara verilə bilər.

12.2.3. Kombine edilmiş sınaq üsulu

Təcrübədə hidravlik və pnevmatik sınaqla yanaşı, kombine edilmiş sınaq üsulu da tətbiq edilir. Bu üsulda boru kəmərinin daxili təzyiqi iki yolla yaradıla bilər: hava və su və ya təbii qaz və su ilə.

Kombine edilmiş sınaq üsulunda aşağıdakı mərhələləri birləşdirən kompleks işlər nəzərdə tutulur:

- sınaq keçiriləcək hissənin hazırlanması və suyun kənarlaşdırılması;
- həmin hissənin təbii qaz və ya hava ilə doldurulması;
- möhkəmliyə sınaq üçün zəruri təzyiqin yaradılmasından qabaq sınaq keçirilən hissənin su ilə doldurulması;
- möhkəmliyə sınaq;
- sınaq təzyiqinin hissənin yuxarı nöqtəsində maksimal işçi təzyiqə qədər azaldılması;
- hissənin hermetikliyə sınaqması;
- sınaqdan sonra suyun kənarlaşdırılması;

Hazırlıq dövründə sınaqdan keçirilən hissə bitişik kəmərdən xətti armaturlarla ayrılmalı, qaz mənbəyinə qoşulma, ayırıcıların daxil edilmə və qəbulu qovşaqları hazırlanmalı, nəzarət-ölçü cihazları quraşdırılmalıdır.

Sınanan hissə təbii qaz və ya hava ilə doldurulur, onun təzyiqi aqreqatlarla suyun vurulması yolu ilə qaldırılır.

Kombine edilmiş üsulda sınaq təzyiqi yuxarı nöqtədə pnevmatik sınaqdakı maksimal qiymətə ($1,1 \cdot P_{i_s}$), aşağı nöqtədə isə hidravlik sınaqdakı maksimal sınaq təzyiqinə bərabər olmalıdır.

Kombine edilmiş üsulda sınaq müddəti pnevmatik sınaq zamanı olduğu kimi müəyyən edilir. Kombine edilmiş üsulla sınaqdan keçirildikdən sonra sınaqdan keçirilmiş hissədəki su tam kənarlaşdırılmalıdır.

XIII FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN KORROZİYADAN MÜHAFİZƏSİ

13.1. Metalların korroziyası haqqında qısa məlumat

Metalların və onların ərintilərinin ətraf mühitin təsirindən dağılması korroziya (lat. *corrosio*) adlanır. Elm və texnologiyanın sürətlə inkişaf etdiyi müasir dövrdə metal tərkibli avadanlıqların korroziyadan mühafizəsi aktual problemlərdən biridir. Bu problem daha çox neft sektorunun əsası olan neft və qaz hasilatı, nəqli və emalı zamanı polad avadanlıq və boru kəmərlərinin atmosfer korroziyasının təsirinə məruz qalması ilə bağlıdır.

Neft və qaz kəmərlərinin layihələndirilməsi və tikintisi zamanı boruların, qurğuların, dayaq və digər metal avadanlıqların ətraf mühitin təsirindən qorunması məsələləri öz həllini tapmalıdır.

Qrunt və iqlim şəraiti, trasın özəllikləri, istismar şəraiti ilə bağlı olaraq, yeraltı boru kəmərlərinin korroziyaya məruz qalması bir sıra amillərdən asılıdır. Belə amillərə: qruntun nəmliyi, kimyəvi tərkibi, strukturu; nəql edilən məhsulun tərkibi və temperaturu və s. aiddir.

Korroziyanın müxtəlif növləri və formaları mövcuddur. Korroziyanın əsas növlərinə: səthi (bütün səth boyu yayılan), yerli və korroziya yorğunluğu aiddir. Korroziyanın sonuncu iki növü yeraltı boru kəmərləri üçün daha təhlükəlidir. Səthi korroziya nadir hallarda böyük zədələnmələrə səbəb olur.

Dağılma prosesinin mexanizminə görə korroziyanın kimyəvi və elektrokimyəvi növləri mövcuddur. Kimyəvi korroziya – metalın korroziya mühiti ilə qarşılıqlı təsirindən yaranır. Bu

zaman metalın oksidləşməsi və korroziya mühitinin komponentlərinin yaranması eyni vaxtda baş verir və metal elektrik cərəyanı keçirməyən mühitlə qarşılıqlı əlaqədə olur. Elektrokimyəvi korroziya - elektrolit və ya su mühitində digər metalla təmasda olan metalın və ya ərintinin dağılması ilə nəticələnən korroziyadır, yəni metalla korroziya mühiti arasındakı qarşılıqlı əlaqə eyni zamanda baş vermir və onun sürəti elektrik potensialından asılıdır.

Metal konstruksiyalarında, boru kəmərlərində baş verən korroziya havadakı oksigen və atmosferin nəmliyi şəraitində baş verirsə, buna atmosfer korroziyası deyilir. Atmosfer korroziyası boru kəmərlərinin yerüstü və ya fəza keçidlərində, eləcə də yerüstü qurğularda baş verir. Yerüstü boru kəmərlərinin atmosfer korroziyasından qorunması üçün lak-boya, şüşəli pambıq, metal, yaxud müxtəlif sürtkü materiallarından olan örtüklər tətbiq olunur. Lak-boyanın qalınlığı 0,2 mm-dən çox olmamalıdır. Şüşəli pambıq örtüyü boru kəmərinin səthinə xüsusi avadanlığın köməkliyi ilə sarınır və qalınlığı 0,5 mm-dən az olmamalıdır. Havasının temperaturu - 60°C-dən aşağı və +40°C-dən çox olan ərazilərdə quraşdırılan boru kəmərlərinin atmosfer korroziyasından mühafizəsi üçün konsistentli sürtkü örtüyündən istifadə edilir. Onun tərkibində 20% “PAK -3” və “PAK-4” alüminium tozu qarışığı vardır. Sürtkü örtüyünün qalınlığı tikinti ərazisində havanın temperaturundan asılı olaraq 0,2-0,5 mm olur. Bəzi boru kəmərlərinin yerüstü hissələrinin atmosfer korroziyasından mühafizəsi üçün TN və Q-də qeyd edilən şərtlərə uyğun olaraq metal örtüklərdən də istifadə olunur.

Bilavasitə torpağa basdırılan yeraltı boru kəmərləri elektrokimyəvi korroziyaya məruz qalır. Belə ki, tərkibində minerallar və müxtəlif üzvi maddələr olan torpaq onlarla elektrolit əmələ gətirir və korroziya mühitinə çevrilir. Beləliklə, boru kəmərlərində elektrokimyəvi korroziya üçün xarakterik olan proseslər baş verir.

Korroziya – müxtəlif ölçülü xora, çat və qırılmalar üzündən boru kəmərlərinin hermetikliyinin pozulmasının əsas səbəblərindən biri olub, onlarda baş verən qəzalarla nəticələnir. Ümumiyyətlə, boru kəmərlərinin sıradan çıxmasının 30%-dən çoxu korroziyanın payına düşür. Boru kəmərinin korroziyadan zədələnmiş hissələri əsaslı təmir edilməli və ya dəyişdirilməlidir. Ona görə də magistral boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsi onların etibarlı və təhlükəsiz istismarının əsas məsələlərindən biri hesab olunur.

Boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizə edilməsi üçün *passiv* və *aktiv* üsullardan istifadə edilir.

13.1.1. Korroziya ilə *passiv* mübarizə üsulu. Bu üsulun mahiyyəti polad boru kəməri ilə yerləşdiyi qrunut arasında keçilməz sədd yaradılmasına əsaslanır. Bu məqsədlə boru kəmərinin səthinə xüsusi mühafizə örtükləri çəkilir: bitum mastikas, polimer lentlər, epoksid qatranı və s. Magistral boru kəmərlərinin mühafizə örtükləri ilə izolyasiyası haqqında əvvəlki bölmələrdə ətraflı bilgiler verilmişdir. Boru kəmərlərinin layihələndirilməsi zamanı onların çəkilmə və istismar şəraitindən asılı olaraq, mühafizə örtüklərinin üç tipi tətbiq edilir: normal və güclü və çox güclü. İzolyasiya örtüklərinin tipi onların materialı və qalınlığı ilə bağlıdır. Boru kəmərinin çəkilmə və istismar yerində əlavə şərtlər nəzərdə tutulmursa, normal izolyasiyadan istifadə edilir. Aşağıdakı hallarda boru kəmərlərinin gücləndirilmiş izolyasiyası tətbiq edilir: şoranlaşmış, bataqlıq, suvarılan ərazilərdə, sualtı keçidlərdə, avtomobil və dəmir yollarının keçidlərində, digər boru kəmərlərinin trası ilə kəsişmələrdə (hər iki tərəfdən 20 m məsafədə örtük çəkilir), sənaye və məişət tullantı suları axan və zibil atılan ərazilərdən keçdikdə, temperaturu 40⁰C-dən çox olan maye nəql edən boru kəməri xətti ilə kəsişmədə və s.

Diametri 1000 mm və daha böyük olan neft və qaz kəmərləri gücləndirilmiş qoruyucu örtüklə izolyasiya edilir. Qoruyucu örtüklər aqressiv mühitdə yüksək dayanıqlığa - neytrallıq,

mexaniki möhkəmlik, istiliyə davamlılıq, dielektriklik, adıgeziya və hidroizolyasiya xüsusiyyətlərinə malik olmalıdırlar.

13.1.2. Korroziya ilə aktiv mübarizə üsulu. Təcrübələr göstərir ki, hətta mükəmməl yerinə yetirilmiş izolyasiya örtüyü də istismar prosesində özünün dielektriklik, suyadavamlılıq, adıgeziya və s. xüsusiyyətlərini itirir. Xəndəkdəki boru kəmərinin üstünün əks doldurulması zamanı, bitki köklərinin təsirdən və digər səbəblərdən izolyasiya örtüyünün zədələnməsinə rast gəlmək olur.

Məlumdur ki, örtüklərdə yoxlamalar zamanı nəzərdən qaçan qüsurlar qala bilər. Digər tərəfdən izolyasiya örtükləri yeraltı boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizəsini zəruri şəkildə təmin edə bilmir. Ona görə də TN və Q-də qeyd olunur ki, qruntun korroziya aktivliyindən və tikinti rayonundan asılı olmayaraq, boru kəmərlərinin mühafizəsi həm passiv (mühafizə örtüklərinin çəkilməsi ilə), həm də aktiv (elektrokimyəvi mühafizə - EKM vasitələri ilə) üsullarla həyata keçirilməlidir.

Aktiv mühafizənin mahiyyəti boru metalı ilə qrunt elektrodunun sərhəddində gedən elektrokimyəvi korroziyanın idarə edilməsindən ibarətdir. Elektrokimyəvi mühafizə boru kəmərlərinin katod polyarlaşması ilə həyata keçirilir. Əgər katod polyarlaşması xarici sabit cərəyan mənbəyindən yerinə yetirilərsə belə mühafizə katod mühafizəsi; polyarlaşma mühafizə olunan boru kəmərinin daha mənfi potensiala malik metala birləşdirilməsi ilə aparılırsa o, protektor mühafizəsi adlanır.

Bu fəslin növbəti bölmələrində korroziya ilə mübarizə üsullarından daha ətraflı bəhs ediləcəkdir.

13.2. Metalların korroziyasına qarşı inhibitorlar

Neft-qaz kəmərlərinin və qurğularının metal elementlərini korroziyadan mühafizə etmək üçün müxtəlif inhibitorlardan istifadə edilir. Su-neft mühitində inhibitorların mühafizə etmə qabiliyyətini elektrometrik və qravimetrik üsullarla müəyyən etmək olar. Bunun üçün eyni metal nümunələr eyni şəraitdə (mühit, inhibitorun qatılığı, rejim) sınınilmalıdır. Sınaq mühiti - inhibitorlu və inhibitorsuz su-neft mühitidir. Korroziyaya məruz qalan qurğu materialından sınaq nümunəsi hazırlanır. Bu zaman sınaq nümunəsinin (elektrodun) müqaviməti 10^7 Om-dan çox olmalıdır.

Qravimetrik üsulun mahiyyəti bundan ibarətdir ki, müəyyən vaxt ərzində inhibitorlu və inhibitorsuz su-neft mühitində metal sınaq nümunəsinin çəkisinin dəyişməsinə nəzarət edilir. Bu zaman dəyişən korroziya sürəti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$v_k = \frac{m_1 - m_2}{s \cdot \tau} \quad (13.1)$$

Burada: v_k - korroziya sürəti, $qrm^{-2}saat^{-1}$, m_1 və m_2 - müvafiq olaraq, nümunənin sınaqdan əvvəlki və sonrakı kütlələri, qr ; s – nümunə səthinin sahəsi, m^2 ; τ - sınaq müddətidir, *saat*.

Inhibitorun mühafizə effektivliyi (dərəcəsi) aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

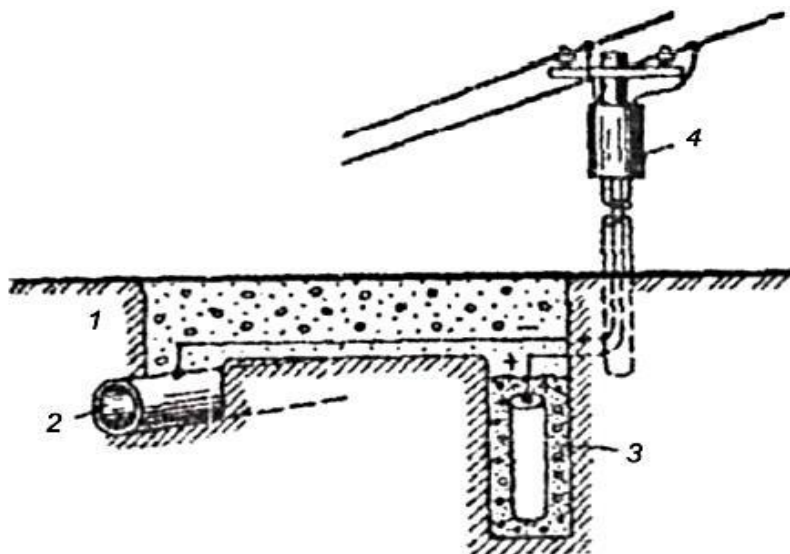
$$Z = \frac{v_0 - v_i}{v_0} \cdot 100\% \quad (13.2)$$

Burada: v_0 və v_i - uyğun olaraq inhibitorsuz və inhibitorlu şəraitlərdə nümunənin korroziya sürətidir.

13.3. Magistral boru kəmərlərinin katod mühafizəsi

Boru kəmərlərinin korroziyadan aktiv mühafizə növlərindən biri katod polyarlaşması üsuludur. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, boru kəmərinin səthində mənfi potensial yaradılır və onun səthindən elektrik cərəyanının keçməsi baş

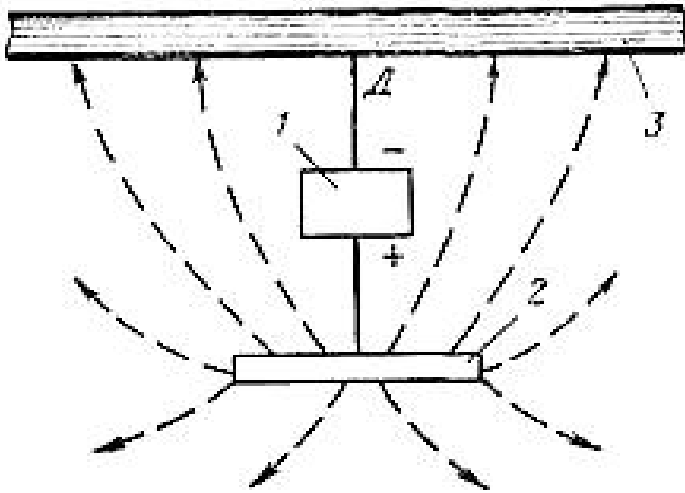
vermir. Bu zaman xarici sabit cərəyanın mənfi qütbü boru kəmərinə birləşdirilir və o, katod rolunu oynayır, müsbət qütbü isə boru kəməmindən kənarında torpağa basdırılmış və anod rolunu oynayan metal elementə (elektroda) birləşdirilir (şək. 13.1). Bu üsul korroziya sürətinin əhəmiyyətli dərəcədə aşağı düşməsinə imkan verir.



Şək. 13.1. Boru kəmərinin katod polyarlaşması ilə mühafizəsinin sxemi

1-torpaq; 2- boru kəməri; 3- dəmir və ya qrafit elektrod; 4- düzləndirici.

Cərəyən mənbəyinin işə qoşulması ilə elektrik dövrəsi qrun-electrolitdən keçməklə qapanır və boru kəmərinin izolyasiyası zədələnmiş açıq yerlərində katod polyarlaşması prosesi başlayır (şək. 13.2).



Şək. 13.2. Katod mühafizəsinin sxemi

1- sabit cərəyan mənbəyi; 2- anod torpaqlama; 3- boru kəməri.

Katod mühafizəsi üsulu boru kəmərlərinin qrunտ korroziyasından, azmış cərəyanlardan mühafizəsi üçün və elektrodrenaj üsulundan istifadənin mümkün olmadığı hallarda tətbiq edilir. Anod torpaqlamada məqsəd yeraltı boru kəmərinin qorunması məqsədilə cərəyanın torpağa ötürülməsidir. Anod torpaqlamasına bir sıra tələblər irəli sürülür: cərəyan keçirmənin müqaviməti minimal olmalı, qabaritləri böyük olmamalı, çox möhkəm və defisit olmayan materialdan hazırlanmalı, quraşdırılması sadə olmalı, minimal bərpa işləri ilə uzun müddət işləməli, qiyməti baha olmamalı və s. Torpaqlama istənilən elektrik keçirici materialdan – metal, qrafit, kömür və s. hazırlana bilər. Metala qənaət etmək məqsədilə aqressiv olmayan elektrik keçirici tökmədə torpaqlama sıxlaşdırılmış koks və ya kömür qırıntılarından quraşdırılır. Bu məqsədlə bəzi hallarda elektrod istehsalının qalıqlarından – qrafit qırıntıları və posadan da istifadə edilir.

13.3.1. Boru kəmərlərinin katod mühafizəsinin əsas parametrlərinin hesablanması

Boru kəmərlərinin katod mühafizəsinin hesablanması aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

- boru kəmərinin korroziyadan mühafizəsi üçün katod mühafizəsi qurğularının zəruri sayı aşağıdakı ifadə ilə müəyyən olunur:

$$N = \frac{L}{L_m} \quad (13.3)$$

Burada: L - boru kəmərinin uzunluğu, m; L_m - kəmər mühafizə olunan hissəsinin uzunluğu olub, aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$L_m = \frac{4,6}{\alpha} \ln \frac{U_{btf}}{K \cdot U_{\min}} \quad (13.4)$$

Burada: α - boru kəmərinin elektrik parametri [m^{-1}]:

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_b}{R_n}} \quad (13.5)$$

U_{btf} - drenaj nöqtəsində boru-torpaq potensiallarının fərqi (V):

$$U_{btf} = |U_o| - |U_t| \quad (13.6)$$

U_{btm} - boru-torpaq potensial fərqi maksimum qiyməti (V):

$$U_{btm} = |U_m| - |U_t| \quad (13.7)$$

R_b - boru kəmərinin müqaviməti [$Om \cdot m$]:

$$R_b = \frac{\rho_b}{\pi(10^3 d_x - \delta)\delta} \quad (13.8)$$

R_n - qoruyucu örtüyün boru kəmərinin 1 m-ə düşən müqaviməti, [$Om \cdot m$];

k- qonşu katod mühafizə qurğularının qarşılıqlı əlaqəsini nəzərə alan əmsal olub: tək katod qurğuları üçün $k=1$, qonşu qurğularla birgə işləyənlər üçün $k=2$;

U_o - maksimal mühafizə potensialı (V), U_t - təbii boru-torpaq potensiallar fərqi (V), U_m - minimal mühafizə potensialı (V) olub, qiymətləri uyğun sorğu cədvəllərindən götürülür;

ρ_b - boru kəmərinin xüsusi müqaviməti olub:

$$\rho_b = 0,135 \frac{Om \cdot mm^2}{m};$$

d_x - kəmərin xarici diametri, mm; δ - kəmərin divarının qalınlığıdır, mm.

• katod qurğusunun ilkin və son istismar dövrü üçün cərəyan qüvvəsinin qiyməti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$i = \frac{2 \cdot U_{bt} f}{Z_{gm}(t)} \quad (13.9)$$

Burada: Z_{gm} - boru kəmərinin giriş müqaviməti (om) olub, aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$Z_{gm} = \frac{Z_{sağ} \cdot Z_{sol}}{Z_{sağ} + Z_{sol}} \quad (13.10)$$

Əgər drenaj nöqtəsi boru kəmərinə müxtəlif elektrik parametrlərinə malik qanadlara (hissələrə) bölünsə, onda sağ ($Z_{sağ}$) və sol (Z_{sol}) qanadlar üçün xarakterik müqavimətləri aşağıdakı ifadələrlə tapmaq olar:

$$Z_{sağ} = \sqrt{R_{sağ} \cdot R_{k.sağ}} \quad (13.11)$$

$$Z_{sol} = \sqrt{R_{sol} \cdot R_{k.sol}} \quad (13.12)$$

Burada: $R_{sağ}$ və R_{sol} – uyğun olaraq, boru kəmərinin sağ və sol qanadlarının uzununa müqavimətləri ($Om \cdot m$); $R_{k.sol}$ və $R_{k.sağ}$ – uyğun olaraq, sağ və sol qanadların keçid müqavimətləridir ($Om \cdot m$).

• torpaqlamada elektrodların ümumi sayını aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq olar:

$$n = \frac{R_e}{0.7 \cdot R_t} \quad (13.13)$$

Burada: R_e - bir elektrodun müqaviməti (Om); R_t - N sayda elektrodu olan torpaqlamanın müqavimətidir (Om).

- anod torpaqlamanın xidmət müddəti (il) aşağıdakı ifadə ilə (səthi anod) hesablanır:

$$T = \frac{G_t \cdot K_t}{q_t \cdot i_{or}} \quad (13.14)$$

Burada: G_t - torpaqlama elektrodun kütləsi, kq/A; K_t - istismar müddəti üçün anod kütləsinin istifadəsi əmsalı ($K_t = 0,77$ qəbul edilir); q_t - anod torpaqlama materialının həll olma (ərimə) sürəti, kq/A·il; i_{or} - istismar müddəti üçün torpaqlama elektrodundan axan cərəyan şiddətidir, A:

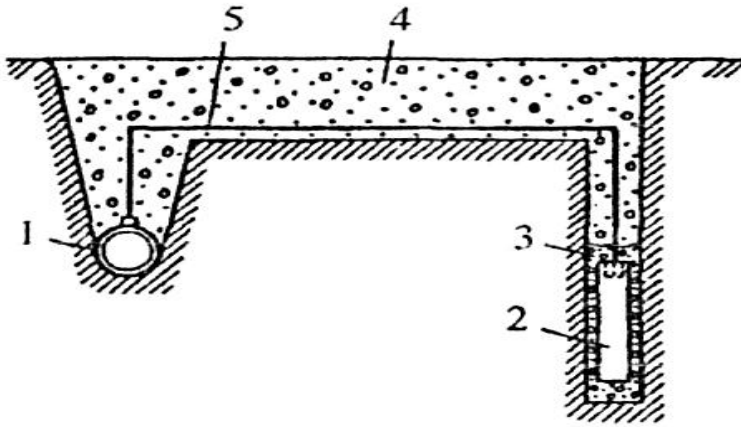
$$i_{or} = \frac{i_b + 3 \cdot i_s}{4} \quad (13.15)$$

Burada: i_b və i_s uyğun olaraq, anod torpaqlamanın planlaşdırılan iş müddətinin başlanğıcında və sonundakı cərəyan şiddətidir, A.

13.4. Magistral boru kəmərlərinin protektor mühafizəsi

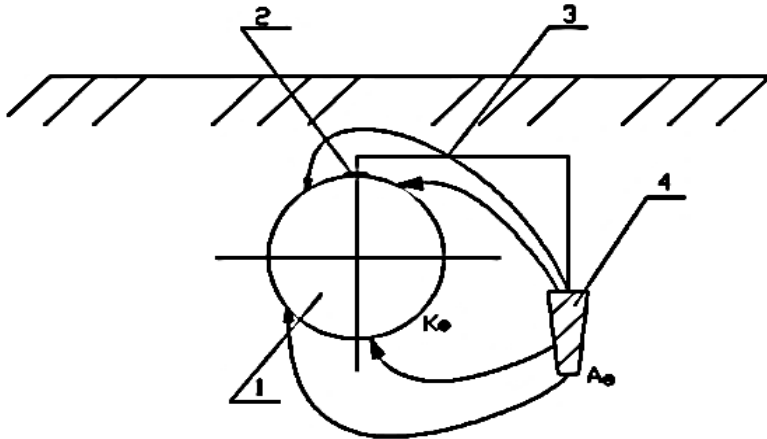
Boru kəmərlərinin protektor mühafizəsində də katod mühafizəsində tətbiq olunan vasitələrdən istifadə olunur. Fərq ondan ibarətdir ki, mühafizə üçün cərəyan böyük qalvanik elementlər tərəfindən yaradılır. Bu zaman katod rolunu boru kəmərinin metal səthi, anod rolunu isə daha mənfi yüklü metal oynayır (şək. 13.2).

Protektor mühafizəsi bəzən qalvanik anodlu katod mühafizəsi də adlandırılır. Bu zaman müsbət qütb mühafizə edilən səthdə, mənfi qütb isə dağılan anod üzərində yerləşdirilir. Qalvanik elementin aktiv materialı protektordur. Belə elementin xarici dövrəsi birləşdirici naqıl (kabel), elektroliti isə torpaqdır (şək. 13.3).



Şək. 13.2. Boru kəmərlərinin protektor mühafizəsinin sxemi

1- boru kəməri; 2- maqnezium anod;
3- əks doldurma; 4- torpaq; 5- kabel.



Şək. 13.3. Protektor mühafizəsinin sxemi

1- boru kəməri; 2- drenaj nöqtəsi; 3- izolyasiya olunmuş birləşdirici naqıl; 4- protektor; A- anod; K- katod.

Bir qalvanik cütlüyün gücü o qədər də böyük olmadığına görə boru kəmərinin mühafizəsi üçün müəyyən məsafə intervalı ilə çox sayda qalvanik anodlar quraşdırılır. Magistral boru kəmərlərinin mühafizəsi üçün anod metalı qismində maqnezium, sink və alüminiumdan istifadə olunur. Maqnezium, sink və alüminiumun müqayisəsi belə bir qənaətə gəlməyə imkan verir ki, vahid çəkisindən alınan elektrik enerjisinə görə alüminium və sink, yaratdığı hərəkət qüvvəsinə görə isə maqnezium üstünlük təşkil edir. Digər tərəfdən maqnezium həm də nisbətən yüksək həllolma (ərimə) sürəti ilə səciyyəlidir.

Protektor qurğusunun təsir effektivliyinin artırılmasına onun “doldurucu” və ya aktivator adlanan xüsusi duz qarışığında basdırılması ilə nail olmaq mümkündür. Belə doldurucudan istifadə etməklə “protektor-boru kəməri” zəncirində enerji stabilliyini və daha böyük yararlı təsir əmsalını (protektorun istismar müddəti) təmin etmək olar. Doldurucuların əsas komponentləri gips, gil, epsomit, mirabilitdir.

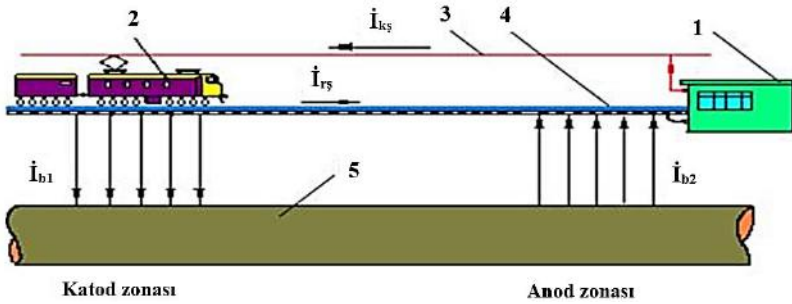
Boru kəmərlərinin katod mühafizəsində protektor mühafizəsinin tətbiqi nisbətən məhdudiyət təşkil edir. Çünki protektor mühafizəsi üsulunun tətbiqi əsasən aşağı müqavimətli torpaqlarda səmərə verir.

13.5. Magistral boru kəmərlərinin azmış cərəyanlardan mühafizəsi

Magistral boru kəmərlərində böyük korroziya təhlükəsi törədən amillərdən biri də azmış cərəyanlardır. Azmış cərəyanların əsas mənbələri elektricləşdirilmiş dəmir yollarının rels şəbəkələri və sabit cərəyanlı elektrik ötürücü xətləridir.

Elektricləşdirilmiş dəmir yol xətləri - daha güclü və geniş yayılmış azmış cərəyan mənbələridir. Məlumdur ki, elektricləşdirilmiş dəmir yollarında cərəyan mənbəyinin müsbət qütbü naqilə, mənfi qütbü isə relsə qoşulur. Belə sxemdə dartqı ya-

rımstansiyasının müsbət qütbündən cərəyan kontakt naqilinə, oradan isə elektrovozun mühərrikinə və təkər cütlükləri vasitəsilə relslərə və torpağa – mənfi qütbə ötürülür (şək. 13.4).



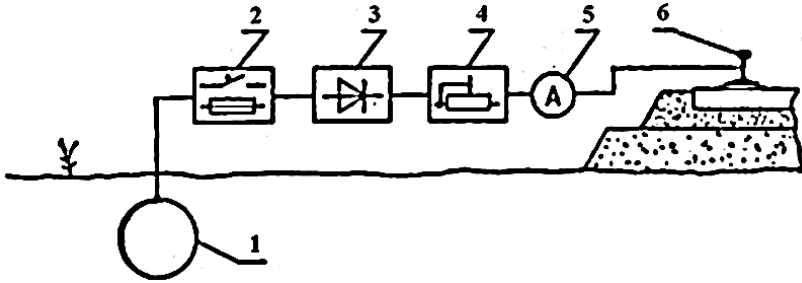
Şək. 13.4. Sabit cərəyanlı elektrik dartqılı dəmir yollarında azmış cərəyanların yaranma sxemi

1- dartqı yarımstansiyası; 2- yük; 3- kontakt şəbəkəsi;
4- hərəkət relsi şəbəkəsi; 5- boru kəməri; I_{kq} - kontakt şəbəkəsindəki cərəyan; I_{rq} - rels şəbəkəsindəki cərəyan; I_{b1} - boru kəmərinə axan cərəyan; I_{b2} - boru kəməmindən axan cərəyan.

Relslərlə torpaq arasındakı keçid müqaviməti kiçik, relslərin uzununa müqaviməti böyük olduqca torpağa axan azmış cərəyan daha böyük qiymətə malik olur. Torpaqda azmış cərəyanların qiyməti bəzi hallarda dartqı cərəyanının 70-80% həddində ola bilər. Azmış cərəyanların intensivliyi və onların yeraltı boru kəmərlərinə təsiri bir sıra amillərdən asılıdır: rels-torpaq keçid müqaviməti; hərəkət relslərinin uzununa müqaviməti; hərəkətdə olan qatarların sayı; dartqı yarımstansiyaları arasındakı məsafə; qruntun elektrik müqavimət həddi; boru kəmərinin dəmir yoluna nisbətən yerləşməsi və ondan olan məsafəsi; boru kəmərinin keçid və uzununa müqavimətləri və s.

Azmış cərəyanların magistral boru kəmərlərinə təsirini drenaj mühafizəsini tətbiq etməklə yox etmək və ya onlardan yan keçmək olar. Boru kəmərlərinin elektrik korroziyasından mühafizə edilməsi azmış cərəyanların mühafizə olunan qurğu-

lardan həmin cərəyanların mənbəyinə yönləndirilməsi ilə təmin edilir. Drenaj, boru kəmərinin drenaj qurğusundan keçməklə dartqı stansiyasının mənfi qütbü və ya rels ilə elektrik birləşdirilməsi yolu ilə həyata keçirilir. Elektrik drenajı, boru kəmərinin relslərlə birləşdirilərək elektricləşdirilmiş nəqliyyatın işi nəticəsində boru kəməri – rels potensiallar fərqi yaradır. Drenaj cərəyanının axması isə yeraltı qurğuda boru kəməri-torpaq potensiallar fərqi yaradır. Drenaj bağlantısının müqavimətinin qiymətini seçməklə, qurğuda tələb olunan qoruyucu potensiala nail olmaq mümkündür (şək. 13.5).



Şək. 13.5. Polyarizasiyalı drenaj mühafizənin sxemi

- 1- boru kəməri; 2- maksimal cərəyanlardan mühafizə qurğusu;
 3- polyarizasiya elementi; 4- cərəyanı tənzimləmək üçün cihaz;
 5- şuntlu ampermetr; 6- elektricləşdirilmiş dəmir yolunun rels şəbəkəsi.

Elektrik drenajları: düz (birbaşa), polyarizasiyalı və gücləndirilmiş ola bilər. Birbaşa elektrik drenajı iki tərəfli keçiriciliyə malikdir, yəni cərəyan həm boru kəməmindən dəmir yolu şəbəkəsinə, həm də əks istiqamətdə maneəsiz axır. Polyarizasiyalı drenaj birbaşa drenajdan onunla fərqlənir ki, bu drenaj bağlantısı vasitəsilə cərəyan axını yalnız bir istiqamətdə - boru kəməmindən relslərə doğru təmin edilir.

Gücləndirilmiş drenaj mənfi qütbü ilə mühafizə olunan qurğuya, müsbət qütbü ilə isə elektricləşdirilmiş dəmir yolu

relelərinə qoşulan katod stansiyasıdır. Belə drenaj, cərəyanın bir istiqamətdə axıdılmasından başqa, relslərin anod torpaqlanması rolu oynadığı katod qurğusu ilə drenaj mühafizəsinin effektivliyini xeyli artırır.

Polyarizasiyalı drenaj qurğuları təsir prinsipinə görə elektromaqnit və ventilli olmaqla iki yerə ayrılır.

Elektromaqnit drenajı ilə müqayisədə ventilli drenajın üstünlüyü - həm temperatur artmasına, həm də düzünə və əks istiqamətlərdə ani gərginlik və cərəyan tərəddüdlərinə həssaslığıdır. Bu xüsusiyyət ventill elementlərinin xarakteristikaları ilə bağlıdır. Bundan başqa, elektromaqnit drenaj qurğuları gücləndirilmiş drenajda tətbiq oluna bilməz.

XIV FƏSİL

MAGİSTRAL BORU KƏMƏRLƏRİNİN TİKİNTİSİ ZAMANI ƏTRAF MÜHİTİN MÜHAFİZƏSİ

İnsan, magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühiti dəyişir, yerin altında və üzərində gedən təbii prosesləri sürətləndirməklə və ya ləngitməklə onlara müdaxilə edir, bəzi hallarda isə onları dəyişərək başqa istiqamətə yönəldir.

14.1. Magistral boru kəmərlərinin tikilməsinin ətraf mühitə təsiri

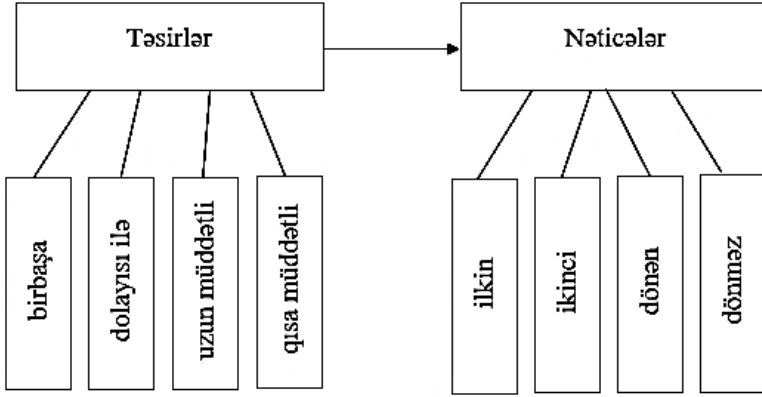
Magistral boru kəmərlərinin trası – geologiyası, hidrogeologiyası, coğrafi landşaftı, xarakteri, ətraf mühitə təsirinin ölçüləri ilə fərqlənən müxtəlif təbii iqlim zonalarından keçir. Ona görə də magistral boru kəmərlərinin tikintisi və istismarı zamanı qrunut mühitinə, bitki örtüyünə, heyvanlar aləminə, yeraltı və yerüstü sulara və atmosfərə müəyyən təsirlər baş verir (cədvəl 14.1).

Nəqliyyat, tikinti-quraşdırma texnikası, nəql olunan məhsul (neft, qaz, neft məhsulu) və onun yanma məhsulları, boru kəməri ilə nəql olunan mühitin istiliyi, boru kəmərinin konstruksiyası və s. magistral boru kəmərlərinin ətraf mühitə təsir mənbəyi ola bilər.

Cədvəl 14.1-də göstərilən təsnifatdan başqa, boru kəmərlərinin tikintisinin ətraf mühitə göstərdiyi bütün təsirlər aşağıdakı kimi təsnif olunurlar: birbaşa və dolayısı ilə, uzun müddətli və qısa müddətli. Təsirlərin nəticələri isə dönən və dönməz kimi iki yerə ayrılır (şək. 14.1).

Ətraf mühitə təsirlər mexaniki dağılma, çirklənmə, istilik təsiri və s. şəklində təzahür edir. Məsələn, trasda hazırlıq işləri

(trasın təmizlənməsi və planlaşdırılması) zamanı mikro və makro relyefin pozulması birbaşa,  r ş (otlaq) sahələrinin azalması isə dolayısı təsirlərə aiddir. Bu halda ilkin və ikinci təsirlər yer alır: ilkin – eroziya, yarğan, termokarstların inkişafı, ikinci – heyvanların qidalanmasının pisləşməsi.



Şək. 14.1. Boru kəmərlərinin tikintisinin ətraf mühitə təsirləri və onların nəticələrinin təsnifatı

 traf mühitə (qrunta)  lav  təsirlərə misal olaraq, neft kəmərlərinin çoxillik donmuş qruntlara istilik təsirini göstərmək olar. Qısa müddətli təsirlərə - qəzalar və ya neftin yanması nəticəsində atılan qazlardan atmosferin çirklənməsi aiddir.

Şək. 14,1-dən göründüyü kimi, nəticələr d n n v  dönməz ola bilərlər. D n n nəticələrə o nəticələr aid edilir ki, onlar ləğv edilə v  ətraf mühit bərpa oluna bilər. Məsələn, tikinti zolağının hazırlanması   n trasda torpaq işləri yerinə yetirilən zaman məhsuldar qat kəsilərək x susı ayrılmıř zonaya daşınır, tikinti-quraşdırma işləri tam bitdikdən sonra geri gətirilərək bərpa olunur.  ay m crasının deformasiyası, termokarstlar, sürüşmələr kimi bərpa olunmaz proseslər dönməz nəticələrə aid edilir.

Cədvəl 14.1

Ətraf mühit komponentlərinin təsnifatı və magistral boru kəmərlərinin onlara təsiri

Təsirlərin xarakteristikaları	Ətraf mühit komponentləri			Səth və qrunt suları
	Torpaq-bitki örtüyü (TBÖ) və yerin relyefi	Heyvanlar aləmi	Yerüstü atmosfer təbəqəsi	
Növü: mexaniki və istilik	Dağılma Çirklənmə	Örüşlərin ləğvi, yerdəyişmənin məhdudlaşdırılması	Çirklənmə	Çayların sahil və məcrələrinin dağılması, suyun çirklənməsi
Mənbələr: Tikinti və istismar texnika və texnologiyaları, boru kəmərləri tikintisinin konstruktiv həlləri	Sızmalar	TBÖ-nün dağıdılması və havanın çirklənməsi	Boru kəmərlərindən sızmalar, yangınlar	Neft və neft məhsullarının sızmaları
Nəticələr	Eroziya və sürüşmələrin inkişafı, bioloji məhsuldarlığın azalması	Heyvanların baş sayının azalması, miqrasiya şəraitinin, qidalanmanın və çoxalmanın pisləşməsi	Bitkilərin boyunun artmaması, əhalinin intoksikasiyası	Məcrə proseslərinin aktivləşməsi suyun keyfiyyətinin, su orqanizmlərinin yaşam şəraitinin pisləşməsi

Bataqlıq, daimi donuşluq, dağ şəraitlərində və dənizin dərinliklərində boru kəmərləri tikintisinin artan həcmələri ətraf mühitə təsirləri çoxaldır və təbii şəraiti dəyişdirir. Dağ şəraitində magistral boru kəmərlərinin tikintisi meşələrin qırılması (eni 30-35 m olan zolaq), yamaclarda xəndəyin qazılması üçün rəflərin hazırlanması (eni 12m-ə qədər olan zolaq) bağlı olur. Bütün bu hallar səth və qrunt sularının təbii axımını, yamacların mexaniki dayanıqlığını pozur, torpaqların eroziyasına şərait yaradır, sürüşmə amillərinin inkişafına və aktivləşməsinə şərait yaradır. Torpaq sürüşmələri nəticəsində boru kəmərlərinin dağılması (qırılması), keçidlərdə dayaqların yerdəyişməsi baş verə bilər. Bu isə karbohidrogenlərin nəqli prosesində fasilələrin yaranması və iqtisadi itkilərlə yanaşı, su hövzələrinin çirklənməsi və ətraf mühitə vurulan ziyanla nəticələnir.

Boru kəmərlərinin üfürülməsi və sınağı da ətraf mühitə təsirsiz ötürmür. Hava ilə üfürülmə zamanı boru kəmərinə təmizləyici porşenlərlə ətraf mühitə toz, qaynaq qalıqları, mexaniki hissəciklər və s. (kəmərin hər bir metrinə təqribən 1,0– 1,65 kq olmaqla) atılır. Qazla üfürmədə isə tullantılarla yanaşı, həm də yanğın təhlükəsi yaranır, flora və faunaya zərərli kimyəvi təsir artır.

Təbiətin mühafizəsi baxımından boru kəmərlərinin hidravlik sınağı da bir sıra problemlərə səbəb olur. Hidravlik sınaq zamanı təbii su hövzələrindən böyük miqdarda (1420 mm diametrlə boru kəməri üçün hər 100 km-ə 175 m³) su götürülür. Sınaqdan sonra boru kəmərinə kənarlaşdırılan həmin miqdarda, artıq çirkləndirilmiş su çaylara, göllərə və ya birbaşa torpağa axıdılır. Nəticədə trasa yaxın hissədə ərazinin yuyulması və su hövzələrinin çirklənməsi baş verir.

Şübhəsiz magistral boru kəmərlərində baş verən qəzalar da ətraf mühitə böyük ziyan vurur. Qəzalar, əsas etibarilə metalın köhnəlməsi, daxili korroziya, qaynaq birləşmələrindəki qüsurlar nəticəsində baş verir. Dünyada boru kəmərlərində hər il orta hesabla 1500 qəza baş verir. Nəticədə atmosfer, su hövzələri,

içməli su mənbələri, qrunt suları, kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlar və s. çirklənir.

Su hövzələrinə və dəniz akvatoriyalarına axan neft və neft məhsulları flora və faunaya öldürücü təsir göstərir, balıq və digər dəniz canlılarının kütləvi məhvinə səbəb olur. Neft daşıyan gəmilər, terminallar, dəniz boru kəmərləri və s. dənizləri çirkləndirir. Dənizlərin səthinin müəyyən hissəsi neft qatı ilə örtülür. Ona görə də magistral boru kəmərlərinin və onların obyektlərinin tikintisi və istismarı proseslərində resursların qorunması və səmərəli istifadəsinə, ətraf mühitə zərərli təsirlərin azaldılması, vəziyyətinin bərpası və yaxşılaşdırılmasına yönəlmiş konstruktiv, texnoloji, təşkilati və hüquqi tədbirlərin kompleks sistemi nəzərdə tutulmalıdır.

14.2. Boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi üzrə qoyulan əsas tələblər

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi və istismarı zamanı ətraf mühitin mühafizəsi, ekoloji normalara əməl edilməsi üçün mövcud olan qaydalar bir sıra tələblər nəzərdə tutur. Bu tələblərdə ətraf mühitin mühafizəsinin məqsədi, qaydaların tətbiq şəraiti, normativ bazası, tədbirlər və onların icra üsulları, layihə və müqavilələrdə ekoloji məsələlərin əks olunması, mühafizə-bərpa işlərinin görülməsi, sənaye tullantılarının idarə olunmasına nəzarət, çirklənmənin qarşısının alınması, qaydaların yerinə yetirilməsinə cavabdehlik və s. məsələlər öz əksini tapır.

Ətraf mühitin mühafizəsi məsələləri “Əmək məcəlləsi”, bu sahə üzrə təsdiq edilmiş standartlar (İSO), “Ekoloji təhlükəsizlik haqqında” qanun (1999), “İstehsalat və məişət tullantıları haqqında” qanun (1998) və digər beynəlxalq və milli normativ sənədlər toplusu ilə rəqləmləşdirilir.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi dövründə yerinə yetirilməsi zəruri olan tədbirlər aşağıdakılardır:

- sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi üzrə layihədə nəzərdə tutulan işlərin icrası;

- layihənin müvafiq ekologiya qurumlarında ekspertizası;

- ekoloji aspektlərinin nəzarətdə saxlanması;

- sanitar–gigiyenik tələblərin icrasına nəzarət edilməsi;

- tullantılar üçün təyinatı üzrə qabların yerləşdirilməsi;

- tullantı sularının utilizasiyasının həyata keçirilməsi;

- tikinti sahəsində yaşayan heyvanlar və bitkilər aləminin öyrənilməsi;

- qazıntı zamanı rast gəlinən hər hansı bir arxeoloji və mədəni irs qalıqlarının müvafiq Arxeologiya və Etnoqrafiya orqanlarına təhvil verilməsi;

- torpağın münbit qatının kəsilərək müəyyən edilmiş yerdə saxlanması;

- boru kəməri xəndəyə yerləşdirildikdən sonra əks doldurma zamanı əvvəl mineral, sonra isə məhsuldar qatın öz əvvəlki vəziyyətinə qaytarılması;

- tikintisi başa çatmış magistral boru kəmərləri istifadəyə verildikdən sonra ərazidə bərpa işlərinin aparılması;

- boru kəmərlərinin tikintisi zamanı formalaşan məişət və sənaye-istehsalat sularının axıdılmasına nəzarət edilməsi (axıdılma yeri, suyun tərkibi, həcmi, xassələri və formalaşdığı yerlər).

Məişət və istehsalat sularının həcmi, tərkibi və axıdılma yeri təyin olunmalıdır. Çirklənmiş sular normativ sənədlərin tələblərinə uyğun olaraq neytrallaşdırılmalıdır. Çirklənmiş suların axıdılması ilə bağlı aşağıdakı tələblərə əməl edilməlidir:

- suların yoxlanılması zamanı onların tərkibinin normaya uyğunluğu müəyyən edilərsə, bu zaman tullantı suları kanalizasiya şəbəkəsinə axıdıla bilər. Suların çirklənməsi normadan artıq olarsa, onda onların kanalizasiya sistemində axıdılmasına icazə verilmir;

– istehsalat sahəsi kanalizasiya şəbəkəsindən çox aralıdırsa və tullantı sularını daşımaq iqtisadi baxımdan əlverişli deyilsə, onların tərkibinin analizi aparılır və nəticələr imkan verdiyi halda onlar ayrılmış tullantı sahəsinə axıdılır. Suların tərkibinin analizi xüsusi səlahiyyətli laboratoriyalar tərəfindən aparılır və rəsmi sənəddə əks olunur.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı material qalıqlarından, köhnəlmiş, xarab olmuş və s. maddələrin toplanmasından formalaşan tullantılar, əsasən 3 qrupa bölünür:

1) təkrar emala yararlı tullantılar, yəni təkrar emaldan sonra istifadə edilə bilən maddələr (metal, ağac, karton və kağız və s.);

2) ümumi tullantılar, yəni təkrar istifadəyə yararsız tullantı axını;

3) xüsusi tullantılar, yəni təhlükəli xassəyə malik olan, ekologiya və insan sağlamlığına zərərli təsir göstərən maddələr (boya qabları, yağlı, boyalı əskilər və s.).

Sahələrdən tullantıların kənarlaşdırılması xüsusi icazəsi olan tullantı daşıyıcıları və ya müəssisələri tərəfindən yerinə yetirilir. Tullantılar xüsusi qablarda toplanmalı, onların daşınması və boşaldılması zamanı dağılmamasına nəzarət edilməlidir. Boru kəmərlərinin tikintisi zamanı, əsasən metal tullantılar - polad boruların və qaynaq çubuqlarının qalıqları formalaşır. Poladdan olan tullantıların utilizasiyası üçün onlar: qablaşdırılıb-yığılmalı; utilizasiya edilməli; qablarda daşınmalıdır.

Atmosferə zərərli qarışıqların atılmasının qarşısını almaq üçün sahədə işləyən maşın və mexanizmlərin sazlığına nəzarət edilməli və nəzarətin nəticələri müvafiq kitablarda qeyd edilməlidir. Maşın və mexanizmlərdən torpağın səthinə yanacaq-sürtkü materiallarının axıdılmasına imkan verilməməlidir. Belə hal baş verdikdə, çirkənlənmiş torpaq xüsusi kisələrdə toplanmalı və utilizasiyaya göndərilməlidir. Maşın-mexanizmlərin işlədiyi yerlərdə tozun yaranmaması üçün sahə suçiləyən maşınlarla sulanmalıdır. Ümumiyyətlə, sahədə işləyən və ya işçi personala

xidmət göstərən maşın-mexanizmlər üçün xüsusi iş rejimi yaradılmalı, iş bitdikdən sonra onlar xüsusi ayrılmış yerdə saxlanılmalı, istifadə edilən neft məhsullarının saxlandığı yer hasara alınmalıdır.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi tədbirlərinin icrasına fasiləsiz nəzarət edilməli və zəruri hallarda yoxlamalar aparılmalıdır. Aylıq və həftəlik yoxlamalar həyata keçirilir və müvafiq sənədlər tərtib olunur. Ətraf mühitin mühafizəsi proseduruna sahələrdə əməl olunmasına nəzarət edilməsi layihənin ekoloqu tərəfindən həyata keçirilir. Yerlərdə isə bu işə sahə rəisi və iş icraçıları məsuliyyət daşıyırlar.

14.3. Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi üzrə əsas tədbirlər

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi zamanı ətraf mühitin qorunması tədbirlərinə aşağıdakı məsələlər daxildir:

- magistral boru kəmərlərinin tikintisi layihələrinin hazırlanması zamanı ətraf mühitə olan mənfi təsirləri minimuma endirməyə imkan verən qərarların qəbul edilməsi;
- ətraf mühitin mühafizəsi tələblərinin nəzərə alınması ilə neft-qaz kəmərlərinin tikintisi üçün texnika və texnologiyaların təkmilləşdirilməsi;
- nəql olunan məhsulların qəza itkilərini azaltmaq məqsədilə boru kəmərlərinin etibarlılığının artırılması;
- neft-qaz kəmərlərinin tikintisi və istismarı nəticəsində zədələnmiş təbii komponentlərin vəziyyətinin bərpası üçün üsulların işlənməsi;
- magistral neft-qaz kəmərlərinin tikintisi və istismarı dövründə ətraf mühitə dəyən ziyanın qiymətləndirilməsi.

İlk növbədə magistral boru kəmərlərinin tikinti texnologiyaları və layihə həlləri, texniki vasitələr və təşkilati tədbirlər ekolo-

ji cəhətdən təhlükəsiz olmalı və ölkədə bu sahəni reqlamentləşdirmək üçün qəbul edilmiş qanunvericiliyə əsaslanmalıdır.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisi üzrə görülən əsas işlər – hazırlıq, qaynaq-quraşdırma, torpaq, izolyasiya-borudüzmə işləri sonradan rekultivasiya olunan tikinti zolağının daxilində yerinə yetirilir.

Rekultivasiyada məqsəd – zədələnmiş ərazilərin təsərrüfat məqsədləri üçün istifadə edilməsi imkanının yaradılmasından ibarətdir. Torpağın rekultivasiyası təkcə məhsuldar torpaqların bərpası tədbiri olmayıb, həm də təbii mühitin qorunması üçün əsas şərtlərdən biridir. Torpağın qorunmasına qoyulan tələblər ondan irəli gəlir ki, onun yaranmasına min illərlə zaman sərf olunmuşdur. Belə ki, 1 sm qalınlığında torpağın əmələ gəlməsi üçün 1500 il zaman lazımdır.

Magistral boru kəmərlərinin tikintisində hazırlıq işləri eroziya və sürüşmə amillərinin aktivləşməsinin əsas səbəblərindən biridir. Ona görə də yamaqların dayanıqlığının təmin edilməsi mühüm məsələlərdən biri hesab olunur. Dağ şəraitində boru kəmərlərinin çəkilməsi çətin şəraitdə yerinə yetirilən işlərdir. Ona görə ki, dağ rayonlarında ekoloji tarazlığın pozulması çox həssas problemdir.

Dağ rayonlarında tikinti-quraşdırma işlərinin görülməsi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi üçün bir sıra tədbirlər həyata keçirilir. Təcrübədə aşağıdakı üsullar tətbiq olunur:

- yamaqların yenidən qurulması - düzləşdirmə, üst hissənin kəsilməsi, terraslaşdırma, sürüşmə gücünün azaldılması;
- sürüşən kütlələrin mexaniki saxlanması - istinad divarlarının quraşdırılması, svay vurma. Svaylar sürüşən layları keçməklə əsas süxura qədər vurulur;
- səth sularının sürüşmə zonasına düşməzdən əvvəl dağlıq arxlara axımının tənzimlənməsi;
- yamaqların və diklərin bərkidilməsi - çəmənlik salınması, ağac əkilməsi və s.

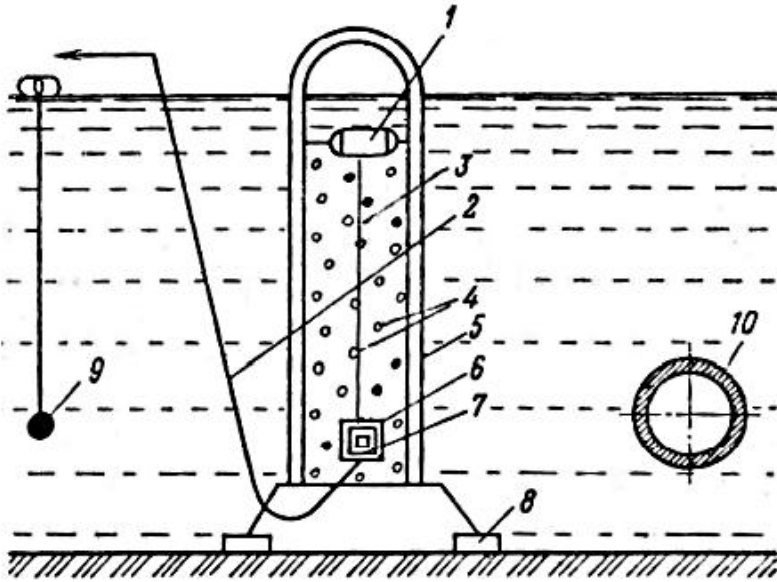
Konkret tədbirin və ya tədbirlər kompleksinin seçilməsi yamacın növündən, sürüşmə prosesindən, onun inkişaf mərhələsindən və süxurların xarakteristikalarından, bitki örtüyünün növündən və vəziyyətindən, sulu layların yerləşməsindən və qalınlığından, səth axınının intensivliyindən və tezliyindən, yamacın süni tikililərlə yüklənmə xarakteri və səviyyəsindən və s. asılıdır.

14.4. Sualtı boru kəmərlərinin tikintisində ətraf mühitin mühafizəsi

Sualtı boru kəmərlərinin xətti hissəsində qəza halları müxtəlif səbəblərdən baş versə də, bu əsas etibarlı ilə onların layihələnməsindən, tikintisi və istismarında mövcud olan təbii şəraitdən asılıdır.

Sualtı boru kəmərlərinin tikintisi zamanı yerinə yetirilən işlər, yəni sualtı xəndəklərin qazılması, boru kəmərinin düzülməsi proseslərində işlənən qrunut suda asılı qarışıqların artmasına, onun şəffaflığının azalmasına və biogen elementlərin dib gətirmələrinin çıxmasına səbəb olur. Suyun yuxarı səthində qarışıqın artması onun qeyri-müntəzəm qızmasına gətirib çıxarır. Bu zaman suyun yuxarı səthi günəş radiasiyasının adsorbsiyası nəticəsində daha çox qızır, aşağı hissə isə soyuq olur, yəni qarışıq istilik keçiriciliyinə mane olur və temperatur fərqinin kifayət qədər böyük olması bəzi dəniz orqanizmlərinin populyasiyasına imkan vermir.

İxtiofaunanın mühafizəsi və sualtı partlayışların yerinin məhdudlaşdırılması üçün qoruyucu sxem tətbiq edilir. Belə sxemlərdən biri partlayışın ekran qurğusundan istifadə edilməsi ilə yerinə yetirilməsidir (şək. 14.2).



Şək. 14.2. Hidrozərbə dalğalarının intensivliyini azaldan ekranlaşma sxemi

- 1- üzgəç; 2- qutunun məsafədən boşaldılması üçün mənbədən cərəyan verən naqıl; 3- şnur; 4- hava qabarcıqları; 5- elastik kapsula; 6- konteyner; 7- qaz ayıran maddə yerləşən qutu; 8- ballast; 9- partlayıcı maddə; 10- mühafizə edilən obyekt.

Ekran kapsuladan ibarətdir. Kapsulanın içərisində qaz ayıran maddə (məsələn, karbid-kalsium) olan qutu yerləşdirilir. Partlayışdan bir qədər qabaq məsafədən idarə etməklə qutudakı maddə azad olunur və su ilə qarışır, ekranın kapsulası qaz qabarcıqları ilə dolur.

Beynəlxalq təcrübədə ekranların yaradılmasının müxtəlif üsulları tətbiq edilir.

Boru kəmərlərinin su maneələrindən keçidləri və dəniz kəmərlərinin çəkilməsi də ekoloji cəhətdən mürəkkəb texnologiya hesab olunur. Boru kəmərlərinin çay, göl və digər su hövzələ-

rindən keçidlərinin tikilməsi zamanı əksər hallarda rast gəlinən möhkəm qaya süxurlarının yumşaldılması üçün partlayış işləri tətbiq olunur. Su altında və ya sututarların sahil zonasında partlayış işlərinin yerinə yetirilməsi ixtiofaunaya mənfi təsir göstərir, hidroşok və seysmik dalğaların nəticəsində onu zədələyir. Dalğaların dərəcəsi partlayışların aparılma yerindən (suda və ya sahilə), su maneəsinin hidrogeoloji xüsusiyyətlərindən, partlayıcının növündən və miqyasından, həmçinin partlayışın aparılması texnologiyasından asılıdır.

Dəniz magistral neft və qaz kəmərlərinin çəkilməsi zamanı ətraf mühitin mühafizəsi ilə bağlı əsas problemlərdən biri - ətraf mühitin əsas komponentlərinin (suyun, çöküntülərin, heyvanat və bitki aləminin, həmçinin antropogen təsirlərin) vəziyyətini müşahidə etməklə bağlı ekoloji monitorinqlərin keçirilməsidir.

Boru kəmərlərinin tikilməsi zamanı ətraf mühitə olan mənfi təsirlərin aradan qaldırılması üçün hazırlıq, layihələndirmə və tikinti işlərinin hər bir mərhələsində bütün ekoloji aspektlər nəzərə alınmalı və ekoloji monitorinq sistemi işlənməlidir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. AzDTN 1.1-1 «Tikinti normativ sənədləri sistemi. Əsas müddəalar. Dövlət Tikinti Normalarının işlənilməsi, razılaşdırılması, təsdiqi, qeydiyyatı, ifadə edilməsi və tərtibatı», Bakı, 1999.
2. AzDTN 2.6-1 «Dövlət Şəhərsalma Norma və Qaydaları. Şəhər, qəsəbə və kənd yaşayış məskənlərinin planlaşdırılması və tikilib abadlaşdırılması», Bakı, 2001.
3. AzDTN 2.9-2 «Magistral boru kəmərləri. Layihələndirmə normaları», Bakı, 2015.
4. Azərbaycan Respublikası Sənaye və Energetika Nazirliyi «Qaz təsərrüfatında texniki təhlükəsizlik qaydaları» (2005).
5. A.X. Mirzəcəlizadə, R.S.Qurbanov, Z.M. Əhmədov. «Hidravlika»: Ali texniki məktəb və fakültələr üçün dərslik, Bakı, «Maarif» nəşriyyatı, 1990, 280 s.
6. Q.Q. İsmayılov, H.F. Mirələmov, E.X.İskəndərov, F.B.İsmayılova «Neftin, nəqli və saxlanması» (dərs vəsaiti), ADNSU, Bakı-2020, 225 səh.
7. H.F. Mirələmov, Q.Q. İsmayılov «Neftin, qazın boru kəmərləri ilə nəqli» (dərslik), NQETLİ, Bakı-2010.
8. H.F. Mirələmov, Q.Q. İsmayılov, E.X.İskəndərov, F.B.İsmayılova «Təbii qazın nəqli və saxlanması», (dərs vəsaiti), ADNSU, Bakı-2020, 187 səh.
9. Məmmədov K., Musayev Z., Mürsəlov A., Məmmədova V.. Neftyiğılan, nəql edən mühəndis qurğuları və avadanlıqları, Bakı, 2009, 358 s.
10. Алиев Р.А., Белоусов В.Б., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа / – М.: Недра, 1988. – 368 с.
11. А.В.Рудаченко, Н.В.Чухарева, Н.В.Жилин. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов, ТПН, 2008, 238 с.
12. Беляева В.Я., Михайличенко А.М., Бараз А.Н. и др. Нефтегазовое строительство: Учебное пособие для ВУЗов. Изд-во ОМЕГА-Л, 2005. 774 с.
13. Березин В.Л., Суворов А.Ф. Сварка трубопроводов и конструкций. – М.: Недра, 1983. – 328 с.
14. Бородавкин, П. П. Морские нефтегазовые сооружения. Часть 2. Технология строительства -М. : Недра, 2007.

15. Бородавкин П.П., Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1987. – 471 с.
16. Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы / Москва: ООО «Издательство «Энерджи Пресс», 2011. – 480 с.
17. ВСН 011-88. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Очистка полости и испытание. – М.: ВНИИСТ, 1988.
18. Воронин В.И., Воронина Т.С. Изоляционные покрытия подземных нефтегазопроводов. – М: ВНИИОЭН, 1990. – 497 с.
19. В.В. Филиппов. Технологические трубопроводы и трубопроводная арматура. Учебное пособие, 66 с.
20. В.Д. Гребнев, Д.А. Мартюшев Г.П. Хижняк. Строительство нефтегазопромысловых объектов. Учебное пособие. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Пермь, 2012. 115 с.
21. В.П. Нагорный, В.М. Глоба. Магистральные трубопроводы. Киев – 2012, 311 с.
22. Галеев В.Б., Карпачев М.З., Харламенко В.И. «Магистральные нефтепродуктопроводы». М.:Недра, 1988, 926 с.
23. Гареев В.М. Руководство по контролю и качеству строительномонтажных работ: Учебник для ВУЗов. – С. Петербург. 2000. – 784 с.
24. И.А.Томарева. Конструктивные и технологические особенности строительства подводных трубопроводов. Волгоград, ВолгГАСУ. 2014, 116 с.
25. Крец В.Г., Шадрина А.В., Антропова Н.А. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ. Учебное пособие.- Томск: Изд. ТПУ, 2012. 386 с.
26. Мустафин Ф.М. Быков Л.И. Васильев А.Г. и др. Технология сооружения газо-нефтепроводов. Учебник для ВУЗов. Изд-во «Нефтегазовое дело». Уфа, 2007. - 631 с.
27. Нагорный В.П., Глоба В.М., Денисюк И.И. Взрывные работы при добыче природных углеводородов, строительстве трубопроводов и подземных хранилищ. – К.: Полиграфист, 2009. – 330 с.
28. Нефтегазовое строительство: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент орг.» специализация «Менеджмент в отраслях нефтегазового комплекса / Беляева В.Я. и др. Под общ. ред. проф. И.И. Ма-

- зура и проф. В.Д. Шапиро. – М.: Изд-во ОМЕГА – Л, 2005. – 774 с.
29. Сварочно-монтажные работы при строительстве трубопроводов. Справочник. – М.: «Недра», 1990.
 30. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы.
 31. СП 34-112-97. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Комплексная технология и организация работ. – М.: АО ВНИИСТ, 1997.
 32. СП 107-34-96. Балластировка, обеспечение устойчивого положения газопровода на проектных отметках. М.: Газпром, 1996.
 33. Справочник мастера строительного-монтажных работ. Под редакцией Иванова В.А. М.: «Инфра – Инженерия», 2007. – 832 с. 115.
 34. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А. Шаммазов А.М. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов. Изд-во ООО «Дизайн Полиграф Сервис». Уфа, 2002. - 658 с. 25.
 35. S. M. Folga. Natural Gas Pipeline Technology Overview. U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information. November 2007. p. 68.
 36. T.C. Pharris and R.L. Kolpa. Overview of the Design, Construction, and Operation of Interstate Liquid Petroleum Pipelines. U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information. November 2007. p. 108.
 37. <https://minenergy.gov.az/az/layiheler/cenub-qaz-dehlizi>
 38. <https://az.wikipedia.org/wiki/Korroziya>
 39. <https://archive.org/stream/QazXidmtiIisininSorSuKitabi/>
 40. <https://minenergy.gov.az/az/layiheler/cenub-qaz-dehlizi>
 41. <https://aksvil.by/klientam/materialypopprokatu/sortament-stalnykh-trub/>
 42. <https://blog-potolok.ru/polietilenovye-truby-dlya-gazoprovodov/>
 43. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
 44. <https://sis-truba.ru/fasonnyye-izdeliya-truboprovoda>
 45. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
 46. <https://docs.cntd.ru/document/>
 47. <http://geoman.ru/geography/item/f00/s10/e0010555/index.shtml>
 48. <http://refoteka.ru/images/r/5/6/d/>

49. <http://www.gazprom.ru/f/posts/>
50. <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/history/>
51. <http://www.vashdom.ru/vsn/004-88/>
52. <http://stroy-truba.ru/>
53. <https://studfile.net/preview/8715908/page:5/>



İSKƏNDƏROV ELMAN

XEYRULLA oğlu – texnika elmləri doktoru, dosent, ADNSU Qaz-neft-mədən fakültəsinin dekanı

E.X.İskəndərov 1962-ci ildə Lerik rayonunun Rvarud kəndində anadan olmuşdur. 1985-ci ildə Azərbaycan Mühəndis İnşaat İnstitutunun (indiki Memarlıq İnşaat Universiteti) İnşaat fakültəsini bitirmişdir.

1985-ci ildə təyinatla "Azərdövlətsənayelayihə" DETLİ-də mühəndis kimi əmək fəaliyyətinə başlamışdır. 1987-2015-ci illərdə Azərbaycan Dövlət Qazlaşdırma və Yanacaq Komitələrinin təbəçiliyində fəaliyyət göstərən təşkilatlarda çilingər, mühəndis, plan-iqtisad şöbəsinin rəisi, baş mühəndis, "LTTQ" MMC-də direktor vəzifələrində işləmişdir.

2010-cu ildə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası (indiki Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti) nəzdində fəaliyyət göstərən "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" ETİ-nin doktoranturasına daxil olmuş, 2012-ci ildə dissertasiya işini müdafiyyə edərək texnika üzrə fəlsəfə dok-toru elmi dərəcəsi almışdır. 2014-2021-ci illərdə NQGP və K ETİ-də əvəzçiliklə elmi işçi və böyük elmi işçi işləmişdir. 2018-ci ildə dosent elmi adını almışdır.

E.X.İskəndərov 2016-cı ildə ADNSU-nun "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrasında dosent vəzifəsinə seçilmişdir. 2017-ci ildən Qaz-neft mədən fakültəsində elmi işlər, 2018-ci ildən isə tədris işləri üzrə dekan müavini işləmişdir. 2021-ci ildə ADNSU-nun Qaz-neft-mədən fakültəsinin dekanı vəzifəsinə seçilmişdir.

E.X.İskəndərov 2021-ci ildə dissertasiya işini müdafiə edərək texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsi almışdır.

E.X.İskəndərov 117 elmi əsərin, o cümlədən, 2 monoqrafiya, 2 ixtira patenti, 10 dərslük və dərslər vəsaiti, habelə 14-ü beynəlxalq xülasələndirmə və indeksləmə bazalarına (Thomson Reuters, Web of Science və Scopus) daxil olan 103 elmi məqalə və konfrans materialının müəllifidir.

E.X. İSKƏNDƏROV

**NEFT VƏ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN
TİKİNTİSİ VƏ QURUŞDIRILMASI
TEXNOLOGİYALARI**

Kompüter tərtibçisi: *Rəna Seyid-Rzayeva*
B di tərtibat: * lal  Məmməd*

Formatı: 60x84 ¹/₁₆

Həcmi: 26  .v.

Tirajı: 300

“Elm” nəşriyyatında çap olunmuŗdur.

