

Ekstremal şəraitdə hasil olunan təbii qazların nəqlə hazırlanmasının xüsusiyyətləri

**E.E. Ramazanova, t.e.d.,
Y.Z. Ələkbərov, t.e.n.**
"Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və Kimya" ETİ

e-mail: ramazan36@mail.ru

Açar sözlər: qaz, kondensat, ekstremal şərait, temperatur, şəh nöqtəsi, boru kəməri, separator.

Особенности подготовки к транспорту добываемого в экстремальных условиях природного газа

Э.Э. Рамазанова, д.т.н.,
Ю.З. Алекперов, к.т.н.
НИИ "Геотехнологические проблемы нефти,
газа и Химия"

Ключевые слова: газ, конденсат, экстремальные условия, температура, точка росы, трубопровод, сепаратор.

Приведены особенности процессов подготовки природного газа в экстремальных условиях добычи, выявлены причины технологических осложнений при подготовке и транспортировке таких газов и указаны пути их устранения. Исследован режим работы существующих установок, подготовки газа, определена эффективность отдельных оборудования. Разработано и испытано в опытно-промышленном масштабе новое техническое средство для подготовки газа в экстремальных условиях. Результаты испытаний приведены в статье.

The aspects of transportation preparation of natural gas produced in extreme conditions

E.E. Ramazanova, Dr.in Tech.Sc.,
Y.Z. Alekperov, Cand.in Tech.Sc.
"Geotechnological problems of Oil,
Gas and Chemistry" SRI

Keywords: gas, condensate, extreme conditions, temperature, dew point, pipeline, separator.

The paper deals with the aspects of preparation processes of natural gas produced in extreme conditions. The reasons for technological complications in preparation and transportation of such gases have been specified and the methods for their elimination defined. The operation mode of existing gas preparation units has been studied and the efficiency of certain equipment identified.

A new technical method for gas preparation in extreme conditions has been developed and tested in experimental-industrial scope. The results are provided in the paper.

Məlumdur ki, təbii qaz əsasən ekstremal şəraitdə (dəniz neft-qaz-kondensat yataqları, kəskin soyuq iqlim və s.) hasil olunur.

Dəniz mədənlərinin materikdən uzaqda yerləşməsi, ətraf mühitin yüksək nəmliyi, stasionar özüllərin ərazisinin məhdudluğu, avadanlıqların quraşdırılmasının çətinliyi dəniz yataqlarının qaz nəqli sistemlərinin işinin xarakterik xüsusiyyətləridir.

Dəniz yataqlarından hasil olunan qazın nəqlə hazırlanması və nəql üzrə texniki qərarların qəbul olunmasında əsas kriteriya sualtı qaz kəmərlərinin istismar rejimlərinə qoyulan tələblərdir. Belə ki, qaz kəmərinə maye fazanın yol verilən dərəcəsi və kəmərin ikifazlı rejimdə istismarının mümkünlüyü əsaslandırılmalıdır. Həmçinin texnoloji avadanlıqlar elə seçilməlidir ki, quyu məhsullarının hasilatı yatağın işlənməsinin bütün dövrlərində həyata keçirilə bilsin. Bu vaxt çalışmaq lazımdır ki, özüllərdə aparılan texnoloji əməliyyatların sayı azalsın və bu əməliyyatların bir hissəsinin məhsulların qəbulu üzrə sahil terminallarında həyata keçirilməsi mümkün olsun. Dənizdə və sahildə yerinə yetirilən texnoloji əməliyyatların siyahısı hər bir konkret hal üçün ayrıca müəyyən edilməlidir. Bu vaxt iqlim şəraiti, yatağın sahildən hansı məsafədə yerləşməsi, dənizin dərinliyi, hasil olunan məhsulun fiziki-kimyəvi xassələri, lay təzyiqi, quyuların məhsuldarlığı, yığım sistemi və s. faktorlar nəzərə alınmalıdır. Qazın nəqlə hazırlanma üsulu, texnoloji sxem, iş rejiminin seçilməsi daha sadə (avadanlıqlar kompakt, az

metal və enerji tutumlu) olmalıdır. Son nəticədə bunlar özüllərin ölçülərinə və yatağın mənimlənməsinə ümumi kapital qoyuluşuna təsir edir.

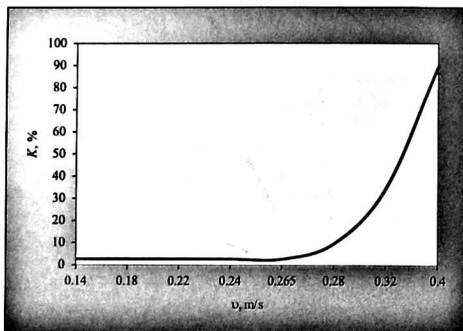
Dəniz şəraitində qəyu məhsullarının yığılması və nəqli üçün nəzərdə tutulan boru kəmərləri dənizin dibinə ilə çəkilir. Bu kəmərlərdə təbii drossellənmə (Coul-Tomson effekti) hesabına qazın temperaturu azalır və qaz-maye axını təbəqələşmiş forma alır. Nəticədə qaz kəməri tıxác və pulsasiya rejimində işləyir. Bu məsələ o vaxt daha kəskin olur ki, qəyu məhsulları bir özüldə toplanır. Boru kəmərinin 90° bucaq altında enmə (ənən axın) və qalxması (yüksələn axın) zamanı dirsəklərdə kifayət miqdarda maye yığılır ki, bu da quyuların və qaz nəqli sistemlərinin iş rejiminə mənfi təsir göstərir.

Ekstremal soyuq iqlim şəraitində yerləşən yataqların mənimlənməsində yaranan əsas çətinliklər sərt iqlim, yolların və inkişaf etmiş infrastrukturun olmaması, qazın yığılması və hazırlanması üçün texnoloji sxemlərdə məhdudiyətlərdir. Bu cür şəraitdə yerləşən qaz və qaz-kondensat yataqlarının məhsullarının yığılması, hazırlanması və nəqli proseslərinin xüsusiyyətlərindən biri ondan ibarətdir ki, hasil olunan məhsulun temperaturu artıq quyunun lüləsində kifayət qədər azalır. Quyudan çıxarılan qaz-kondensat qarışığı yerüstü mədən şleyfləri vasitəsilə ətraf mühitin temperaturunda nəql olunur. İlin soyuq aylarında ətraf mühitin temperaturu mənfi 40 °C və bəzən ondan da aşağı olur. Bu vaxt nəm qaz təbii hava şəraiti hesabına şleyfin özündə "soyuq emala" məruz qalır. Belə halda əsas məsələ boru kəmərinin maye fazanın vaxtında çıxarılmasını təşkil etməkdir.

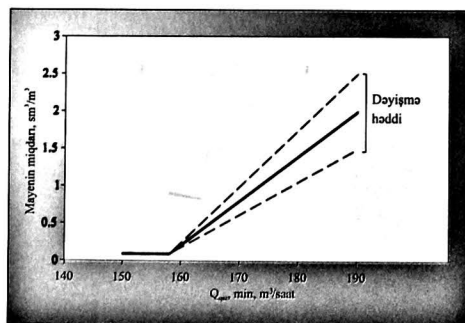
Qeyd etmək lazımdır ki, qışda şimal rayonlarında mövcud qaz hazırlama qurğularına daxil olmazdan əvvəl qazın qızdırılması əməliyyatlarının aparılması saxtaya davamlı texnoloji avadanlıqların məhdudluğu ilə əlaqədardır. Böyük həcmdə qazın nəqli zamanı isitmə və istilik izolyasiya işlərinin aparılması kifayət qədər əlavə kapital və istismar xərcləri tələb edir.

Bundan başqa, mövcud qaz hazırlama qurğularında tətbiq edilən separasiya aparatlarının istismar təcrübəsi göstərmişdir ki, onların müəyyən çatışmazlıqları var: qaza görə məhsuldarlığın və səmərəliliyin aşağı olması, böyük metal tutumlu olması və s. Həmçinin müəyyən olunub ki, həmin separatorların işinin faktiki nəticələri hesablama yolu ilə alınan nəticələrdən

xeyle fərqlənir. Bu onunla izah olunur ki, hesablamaların aparılması üçün mövcud metodikalarda yanlışlıqlara (aparatın hündürlüyü (uzunluğu) boyu maye hissəciklərinin hərəkət sürətinin sabit və hissəciklərin formasının küvrə şəklində qəbul edilməsi, qaz axınında maye hissəciklərinin parçalanması və koagulyasiya olunması faktının nəzərə alınmaması, aparatda durğunluq və burulğan zonaların varlığının qəbul edilməməsi, aparatların giriş borularında qaz-maye axınlarının müxtəlif struktur formalarının nəzərə alınmaması və s.) yol verilmişdir. Bu vəziyyət separasiya prosesinin aero-qazodinamik əsasını sadələşdirir və qeyd olunan faktorların hər birinin ayrı-ayrılıqda prosesdəki rolunu ətrafı qiymətləndirməyə imkan vermir.



Şəkil 1. I pilləli separatoradan sonra qaz ilə daşınan mayenin miqdarının sürətdən asılılığı



Şəkil 2. II pilləli separatoradan sonra qaz ilə daşınan mayenin miqdarı

Qaz sənayesində tətbiq edilən ənənəvi separatorların işinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi üçün aşağı temperaturlu separasiya üsulu ilə işləyən qaz hazırlama qurğusunda tərəfimizdən tədqiqat işləri aparılmışdır. I və II pilləli separatorların iş rejimləri tədqiq edilmişdir. I

pilləli separatorun iş rejiminin təhlili göstərmişdir ki, qaz axınının sürəti $v > 0.265$ m/s olduqda intensiv olaraq II pilləli separatorun girişinə maye atılır (şəkil 1). Bu, separatorun daxilində yüksək turbulent (burulğan) zonanın olması ilə əlaqədardır. II pilləli separatorun iş rejiminin tədqiqi göstərmişdir ki, qazın sərfi 160 min m³/sətdən yuxarı olduqda intensiv olaraq qaz kəmərinə maye faza atılır (şəkil 2). Bu çatışmazlıqlar aparatların konstruktiv göstəricilərinin düzgün hesablanmaması ilə əlaqədardır.

Qazın mədən şəraitində ilkin emalı (separasiyası, qurudulması, təmizlənməsi və s.) üzrə qurğuların xarakterik çatışmazlıqları bunlardır:

– yataqların işlənməsinin sonrakı mərhələsində aşağı temperaturlu separatorlarda separasiya rejiminin təmin olunmaması hesabına hazırlanan qazın keyfiyyətinin aşağı olması;

– qazın qurudulması üçün tətbiq olunan sorbsiya proseslərində istifadə olunan maye sorbentlər ilə damcı şəklində olan karbohidrogen kondensatının təması zamanı sistemdə intensiv köpüklənmənin yaranması səbəbindən prosesin səmərəliliyinin aşağı olması;

– mədən şəraitində qazın kompleks emalının mümkün olmaması;

– qazın hazırlanması üçün tətbiq edilən avadanlıqların böyük metal tutumlu olması və yüksək enerji məsrəfləri ilə işləməsi. Bu faktor xüsusilə dəniz şəraitində çox önəmlidir, belə ki, özüllərdə avadanlıqların quraşdırılması üçün meydançaların sahələri məhduddur.

Bunları nəzərə alaraq, ekstremal şəraitdə hasil olunan qazların səmərəli olaraq nəqlə kompleks hazırlanması üçün yeni innovativ üsul və texnologiyaların işlənilib hazırlanmasına ehtiyac var. Bu sahədə ən münasib üsul qaz-maye axınlarının struktur formalarını nəzərə almaqla xətti qurğuların özlərinin separasiyaetmə qabiliyyətinə əsaslanan konstruksiyaların işlənilib hazırlanmasıdır.

Qaz-maye axınlarının hərəkətinin müxtəlif struktur formaları və rejimlərinin öyrənilməsi, bir formanın digərinə keçməsi şəraiti üzrə aparılan çoxsaylı nəzəri və təcrübi tədqiqat işləri nəql sisteminin özündə qazın nəqlə hazırlanması prosesinin həyata keçirilməsi üçün boru tipli aparatların yaradılmasına geniş imkanlar açır [1]. Texnoloji aparatlardan fərqli olaraq xətti qurğular (şleyflər, kollektorlar, boru kəmərləri) daha çox saxtaya davamlıdır. Bu cür mate-

rialdan hazırlanmış boru tipli aparatların tətbiq edilməsi sərt soyuq iqlim şəraitində qaz yığıcı sistemlərində qızdırıcı qurğulardan istifadə edilməsi və istilik izolyasiya işlərinin aparılması labüdlüyünü aradan qaldırır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, maye faza separatora nisbətən boru kəmərinə daha uzun müddət ərzində qalır. Uyğun şəraitdə termodinamik tarazlıq standart ayırıcı aparatlara nisbətən boru kəmərlərində daha davamlıdır. Tərəfimizdən müəyyən olunub ki, separasiya edici qovşaqlarla təchiz olunmuş boru kəmərlərində qazın separasiyasını daha böyük sürətdə aparmaq olar, nəinki mövcud aparatlarda.

Xətti qurğuların separasiyaetmə qabiliyyəti kifayət dərəcədə fazaların ayrılma səthinin vəziyyətindən asılıdır. Fazaların ayrılma vəziyyəti əsasən qazlılıq əmsalı β və Frud ədədi (Fr) ilə şərtləndirilir. Fr axında inersiya qüvvələrinin ağırlıq qüvvəsinə nisbətini xarakterizə edir [1–3]. Müəyyən olunub ki, boru kəmərinə fazaların ayrılması üçün ən münasib şərait Frud ədədinin $Fr \leq 10$ qiymətində əldə edilir. Əgər boru kəməri qaz-maye axını yüksək sürətlə hərəkət edərsə, onun müəyyən hissəsinə $Fr \leq 10$ şərtinin ödənilməsinə təmin edən boru hissəsi quraşdırmaqla bu sahədə təbəqələşmiş axın rejimi yaratmaq, daha doğrusu fazaların tam ayrılmasını təmin etmək olar.

$Fr = v^2/gD$ olduğunu nəzərə alaraq axının yol verilən hərəkət sürətini v_y təyin etmək olar, hansında ki, xətti qurğuların separasiyaetmə qabiliyyəti saxlanılır

$$v_y = 9.9045D,$$

burada D – boru kəmərinin diametridir, m.

Bu sürəti keçdikdə boru kəmərinin separasiyaetmə qabiliyyəti pisləşir. Sürətin kritik qiymətdən yuxarıya doğru artması zamanı maye təbəqəsi tam dağılmağa başlayır. Müəyyən olunub ki, müxtəlif diametrlə xətti qurğuların separasiyaetmə xassələrinə görə yol verilən sürətin müxtəlif qiymətlərinə malik olur. Məsələn, diametri $D_s = 150$ mm olan mədən şleyfləri üçün qazın yol verilən separasiya sürəti 3.83 m/s təşkil edir. Boru diametri 200 mm-ə qədər artdıqda bu sürətin qiyməti 4.4 m/s-ə qədər yüksəlir. Diametri 400–1000 mm olan borularda qazın separasiyasını həyata keçirmək üçün axının yol verilən sürəti 3–10 m/s intervalında olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, mövcud separatorlarda layihə üzrə qaz axınının yol verilən sürət

Cədvəl 1

Qaz sərfi, min m ³ /saat	Təzyiq, MPa	Temperatur, °C	Qazın sürəti, m/s	Aparatda ayrılan mayenin miqdarı, sm ³ /m ³	DEQ-in sərfi, kq/1000 m ³	DEQ-in qatılığı, həcm %		Emal olunan qazın şəh nöqtəsi, °C
						Emaldan əvvəl	Emaldan sonra	
12	3.0	20	3	16.6	7	85	70	-3
20	3.5	20	6	20.0	7	85	72	-6
45	3.5	22	8	23.0	7	85	74	-9
50	4.0	23	10	22.4	7	85	74	-12
60	3.5	22	13	24.5	7	85	73	-12
60	4.0	20	11	21	7	85	72	-10

Cədvəl 2

Qaz sərfi, min m ³ /saat	Təzyiq, MPa	Temperatur, °C	Emala verilən qazın tərkibində karbohidrogen kondensatının miqdarı, q/m ³	Emaldan sonra qazın tərkibində karbohidrogen kondensatının miqdarı, q/m ³	Absorbentın xüsusi sərfi, q/m ³	Qazdan kondensatın çıxım dərəcəsi, %
12	3.0	20	2.1	6.1	11.2	71.0
20	3.5	20	1.9	5.5	12.7	71.1
20	3.5	22	1.7	4.2	12.1	75.3
45	4.0	23	2.2	6.0	13.1	72.7
45	4.0	22	2.0	6.1	12.9	74.0
60	3.5	21	1.6	3.7	12.4	76.9
60	4.0	20	1.7	3.6	13.9	78.8

həddi 0.3 m/s-yə qədər təşkil edir. Lakin təcrübədə separatorlarda qazın sürəti yol verilən həddən dəfələrlə çox olur. Bu hal xüsusilə işlənmənin son mərhələsində olan yataqlarda özünü daha kəskin göstərir. Belə ki, quyuların potensial enerjisi tükəndiyindən, qaz hazırlama qurğularının giriş təzyiqi kifayət qədər azalır, qaz-maye axınının sürəti artır və uyğun olaraq separatorların effektivliyi azalır. Ona görə qazın keyfiyyət göstəriciləri normativ sənədlərin tələblərinə cavab vermir. Bu cür qazın nəqli zamanı termodinamik şəraitin dəyişməsi nəticəsində onun tərkibində buxar və tarazlıq vəziyyətində olan ağır karbohidrogenlərin və suyun kəmərin daxilində çökməsi baş verir. Bu isə nəql sistemində texnoloji çətinliklərin yaranmasına səbəb olur.

Yuxarıdakıları nəzərə alaraq, qazın eyni vaxtda separasiyası, qurudulması və təmizlənməsi üçün tərəfimizdən çoxfunksiyalı kiçik qabaritli boru tipli aparatın konstruksiyası hazırlanıb və ona Azərbaycan Respublikasının patenti verilib. Aparat bu bölmələrdən ibarətdir:

- damcı şəklində mayenin qazın tərkibindən çıxarılması;
- qazın qurudulması üçün kütlədəyişdirici;
- qazın benzinsizləşdirilməsi.

Təklif olunan aparatın sənaye-sınaq nümunəsi hazırlanaraq işlənmənin son mərhələsində olan qaz-kondensat yatağında sınaqdan keçirilmişdir. Sınaq işləri ilk növbədə qazın qurudulması prosesi üçün aparılmışdır. Absorbent olaraq dietilenqlikoldan (DEQ) istifadə edilmişdir. Aparatın girişində qazın təzyiqi 3–4 MPa, temperaturu 25–30 °C, sərfi 12–60 min m³/saat, DEQ-in sərfi 7.0 kq/1000 m³, aparatda qazın sürəti 3–13 m/s təşkil edirdi (cədvəl 1).

Bu işlərin nəticəsində müəyyən olundu ki, aparatda tutulan mayenin miqdarı 20–24 sm³, emaldan əvvəl DEQ-in qatılığı 85, emaldan sonra isə 70–74 həcm %, hazırlanan qazın şəh nöqtəsi mənfı 3–12 °C təşkil edir.

Sonrakı mərhələdə sınaq işləri qazın benzinsizləşdirilməsi prosesi üzrə aparılmışdır. Absorbent olaraq stabil kondensatdan istifadə edilmişdir. Absorbentın fraksiya tərkibi aşağıda verilir:

Qaynama başlangıcı, °C.....	74
10 %.....	85
20 %.....	96
30 %.....	105
40 %.....	115
50 %.....	125
60 %.....	137

70 %.....	151
80 %.....	170
90 %.....	196
Qaynama sonu, °C.....	247

Sınaq işləri zamanı qurğunun termodinamik parametrləri və qaz sərfi birinci təcrübədə olduğu kimidir.

Aparılın sınaq işlərinin nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi absorbentın sərfinin 11.2–14.0 q/m³ qiymətlərində qazın tərkibindən karbohidrogen kondensatının çıxım dərəcəsi 71–79 % təşkil edir.

Təcrübə-sənaye miqyasında aparılan sınaq işlərinin nəticələrindən məlum olmuşdur ki, tərəfimizdən işlənilib hazırlanan çoxfunksiyalı aparat ekstremal şəraitdə, həmçinin işlənmənin son mərhələsində olan yataqlardan hasil olunan qazın hazırlanması üçün effektiv texniki vasitədir. Aparatın kompakt və kiçikqabaritli olması onun dəniz özlülərində haradakı texnoloji avadanlıqların quraşdırılması üçün meydançaların sahələri məhduddur, geniş istifadə olunmasına imkan verir. Mövcud qaz hazırlama avadanlıqlarına nisbətən təklif olunan aparatın üstünlükləri aşağıdakılardır:

- qazın mədən şəraitində ilkin emalı prosesinin yüksək sürət altında (3–13 m/s) aparılması (aparatın çoxfunksiyalı olması, qazın separasiyası, qurudulması və benzinsizləşdirilməsi proseslərini eyni vaxtda bir aparatda aparmaq mümkündür);
- kompakt və kiçikqabaritli olması;
- təzyiq düşkünlüyünün cüzi olması (0.1–0.15MPa);

- qazın nəqlə hazırlanması prosesinin həm mədən, həm də nəql şəraitində aparılmasının mümkünlüyü.

Nəticə

1. Ekstremal iqlim şəraitində yataqların mənimlənməsində yaranan əsas çətinliklər bunlar hesab olunur: sərt iqlim, inkişaf etmiş strukturların və yolların olmaması, qazın yığılması və hazırlanması sxemlərində məhdudiyətlər.

Dəniz mədənlərinin materikdən uzaqda yerləşməsi, ətraf mühitin yüksək nəmliyi, stasionar özlülərdə meydançaların məhdudluğu, avadanlıqların quraşdırılması işlərinin çətinliyi dəniz yataqlarının qaz nəqli sistemlərinin xarakterik xüsusiyyətlərindəndir. Sərt soyuq iqlim şəraitində qazların hazırlanması və nəql sistemlərinin işinin xarakterik xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, hasil olunan quyu məhsullarının temperaturu artıq quyunun lüləsində kifayət qədər azalır və qaz şleyflərdə "soyuq emal"ə məruz qalır.

2. Mövcud qaz hazırlama qurğularında fəaliyyət göstərən separatorların iş rejimləri tədqiq edilmiş və müəyyən çatışmazlıqlar aşkar edilmişdir (məhsuldarlığın aşağı olması, böyük metal tutumlu olması və s.).

3. Ekstremal şəraitdə qazların eyni vaxtda separasiya edilməsi, qurudulması və benzinsizləşdirilməsi üçün çoxfunksiyalı aparatın konstruksiyası işlənilib hazırlanıb və sənaye miqyasında sınaqdan çıxarılıb. Sınaq işlərinin nəticələri göstərmişdir ki, təklif olunan aparat ekstremal şəraitdə qazın nəqlə hazırlanması üçün effektiv texniki vasitədir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Дж. Хьюитт, Холл-Тейлор. Кольцевые двухфазные течения. – М.: Энергия, 1974, 407 с.
2. Мамаев В.М., Одишария Ф.Э. Движение газожидкостных смесей в трубах. – М.: Недра, 1976, 270 с.
3. Алиев Э.Ю., Абдуллаев Э.А., Султанов Н.Н. Сепарация газа в трубопроводах. – Баку: Нафта-Пресс, 2006, 205 с.
4. Ю.З. Алекперов и др. Промысловая обработка газа и конденсата в условиях Оренбургского газоконденсатного месторождения. – М.: ВНИИЭГазпром, 1979, 40 с.