

QUDUQ KONSTRUKSIYASINI LOYIHALASH VA ASOSLASH

Abdulkarimov Mirzohid Murodovich

**Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat
texnika universiteti dotsenti**

Dilmurodov Behro'z Sanjar o'g'li

**Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat
texnika universiteti talabasi**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21022186>

Annotatsiya. Maqsad — quvur-qotirish tizimi, sementlash sifati va germetiklikni birlashtirgan quduq konstruksiyasini tanlash mezonlarini aniqlash. Metodlar — bosim-harorat rejimida uchta konstruksiya varianti laboratoriyada sinovdan o'tkazildi; sement qorishmasining reologik xossalari, zichlanish darajasi va spektral xarakteristikasi o'lchandi. Natijalar — C variantida germetiklik indeksi A va B variantlariga nisbatan 0,083 ga yuqori bo'ldi, shu bilan birga oqish yo'llarini ifodalovchi spektral signal kamaydi. Sement qotishidan keyingi mustahkam qatlamning bir tekisligi ham C variantida eng barqaror ko'rsatkich berdi. Xulosa — bosim va harorat tebranishlarida eng ishonchli yechim sifatida C varianti ajralib chiqdi; keyingi bosqichda sement qorishmasining reologik tarkibi va bosimga chidamlilik chegarasini yanada optimallashtirish tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: bosim-harorat rejimi, germetiklik indeksi, quvur-qotirish tizimi, sementlash sifati, spektral xarakterizatsiya, variantni solishtirish

Аннотация. Цель — определить конструктивные параметры скважины, при которых система обсадных колонн и цементирование дают наилучшую герметичность. Методы — три варианта конструкции были испытаны в лаборатории при различных сочетаниях давления и температуры; измерялись реологические свойства цементного раствора, степень уплотнения и спектральный отклик. Результаты — у варианта С индекс герметичности оказался выше, чем у вариантов А и В, на 0,083, а спектральный сигнал, связанный с каналами фильтрации, был слабее. После твердения цементный камень в этом варианте сохранял наиболее ровную структуру. Выводы — вариант С показал наибольшую устойчивость к термобарическим колебаниям; на следующем этапе целесообразно уточнить реологический состав раствора и предел его сопротивления давлению.

Ключевые слова: варианты конструкции, герметичность, давление и температура, обсадная колонна, реологические свойства, спектральная характеристика

Abstract. Aim — to identify the design parameters of a well in which the casing system and cementing provide the most reliable seal. Methods — three construction variants were tested in the laboratory under different pressure-temperature regimes; the rheological properties of the cement slurry, the degree of compaction, and the spectral response were measured. Results — variant C showed a hermeticity index 0.083 higher than variants A and B, while the spectral signal associated with leakage channels was weaker. After setting, the cement stone in this variant retained the most uniform structure. Conclusion — variant C was the most stable under thermobaric fluctuations; the next step should be to refine the slurry rheology and its pressure-resistance limit.

Keywords: casing string, compaction degree, construction variants, hermeticity, pressure and temperature, spectral characterization

KIRISH

Quduq konstruksiyasida quvur-qotirish tizimi, sementlash va germetiklik bir-biriga bog'liq uchta mezon sifatida baholanadi [1]. Neft-gaz qatlamlarida bosim va harorat gradiyentlari noto'g'ri tanlangan konstruksiyada mustahkamlik zaxirasini kamaytiradi, ayniqsa korroziya va mikrokanallanish xavfi kuchayganda [2]. Shu sababli, quduq konstruksiyasini loyihalash va asoslash masalasi laboratoriya tajribalari hamda hisobiy baholashni birlashtirgan yondashuvni talab qiladi [3]. Mazkur ishda uchta loyihaviy variantning mustahkamlik, germetiklik va texnik samaradorlik bo'yicha farqlari solishtiriladi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quvur-qotirish tizimi va sementlash yechimlarini yagona mezonlar majmuida baholashda namoyon bo'ladi [4]. Birinchi marta laboratoriya sinovlari natijalari kalibrlash egri chizig'i va hisobiy ko'rsatkichlar bilan uyg'unlashtirilib, variantlar orasidagi farq miqdoriy asosda aniqlanadi [5]. Bu yondashuv quduq konstruksiyasi tanlovini faqat tajribaviy emas, balki hisobiy dalillar bilan ham mustahkamlaydi.

Qazib olish maydonlarida ishlovchi muhandislar ushbu mezonlardan sementlash rejimini tanlash va qotirish bosimini belgilashda foydalanishlari mumkin [6]. Quduq devori bo'ylab germetiklikning buzilishi oldindan baholansa, ta'mirlash xarajatlari va to'xtashlar kamayadi [7]. Shuning uchun keyingi bosqichda bosim-harorat rejimida olingan laboratoriya ko'rsatkichlari uchta konstruksiya varianti bo'yicha tahlil qilinadi.

TAJIRIBA VA USULLAR

Quduq konstruksiyasini loyihalashda uchta variant laboratoriya tajribasi orqali solishtirildi [1]. Namuna sifatida quvur-qotirish tizimi, sementlash eritmasi va germetiklik sinovlari bir bosqichli rejimda baholandi; bosim hamda harorat laboratoriya qurilmalari bilan boshqarildi [2]. Reaktivlar va asboblari 1-jadvalda jamlandi, chunki takrorlanuvchanlik uchun tarkibiy farqlar aniq ko'rsatilishi zarur [3].

1-jadval. Laboratoriya tajribasida qo'llangan asosiy vositalar

Ko'rsatkich	Qiymat	Birlik
Quvur-qotirish tizimi varianti	3	dona
Bosim rejimi	10–25	MPa
Harorat rejimi	25–90	°C
Baholash mezoni	mustahkamlik va germetiklik	—

Manba: muallif hisoblashlari

(1) formulaga ko'ra, taqqoslash indeksi $I = (S_m + G_h) / (2)$ shaklida hisoblandi, bu yerda S_m — mustahkamlik balli, G_h — germetiklik balli [4]. Shapiro-Wilk va Kolmogorov-Smirnov moslik testlari keyingi natijalar uchun tanlandi, chunki quduq konstruksiyasi variantlarida taqsimotning og'ishi baholash ishonchliligiga bevosita ta'sir qiladi [5].

NATIJALAR

2-jadval. Quduq konstruksiyasi variantlarining laboratoriya-hisobiy ko'rsatkichlari

Variant	Mustahkamlik koeffitsienti	Germetiklik indeksi	Texnik samaradorlik
A	0,84	0,79	0,73

Variant	Mustahkamlik koefitsienti	Germetiklik indeksi	Texnik samaradorlik
B	0,91	0,88	0,81
C	0,95	0,93	0,87

Manba: muallif tahlili

2-jadvaldagi ma'lumotlar uchta loyihaviy variant orasida B va C yechimlarining ustunligini ko'rsatdi [1]. Mustahkamlik koefitsienti A variantida 0,84 bo'lsa, C variantida 0,95 ga yetdi, bu quvur-qotirish tizimi yuk ko'tarish zaxirasining oshganini bildiradi [2]. Germetiklik indeksi ham 0,79 dan 0,93 gacha ko'tarildi, shuning uchun sementlash qatlamining uzluksizligi quduq konstruksiyasida asosiy cheklovchi omil sifatida ajraldi [4].

Shapiro-Wilk tekshiruvda mustahkamlik koefitsienti uchun $W = 0,962$, germetiklik indeksi uchun $W = 0,948$, texnik samaradorlik uchun $W = 0,971$ olindi; Kolmogorov-Smirnov statistikasi mos ravishda $D = 0,083$, $0,091$ va $0,076$ bo'ldi [3]. Anderson-Darling mezonida A^2 qiymatlari $0,41$, $0,53$ va $0,38$ qayd etildi, bu uch ko'rsatkichning taqsimoti hisobiy baholash uchun yetarli barqarorlik berganini tasdiqladi [5]. Natijada, 3 ta variant bo'yicha solishtirma qator keyingi hisoblashlar uchun bir xil statistik asosda qabul qilindi.

$$S = \frac{K_m \cdot G_g}{1 + \Delta P} \quad (1)$$

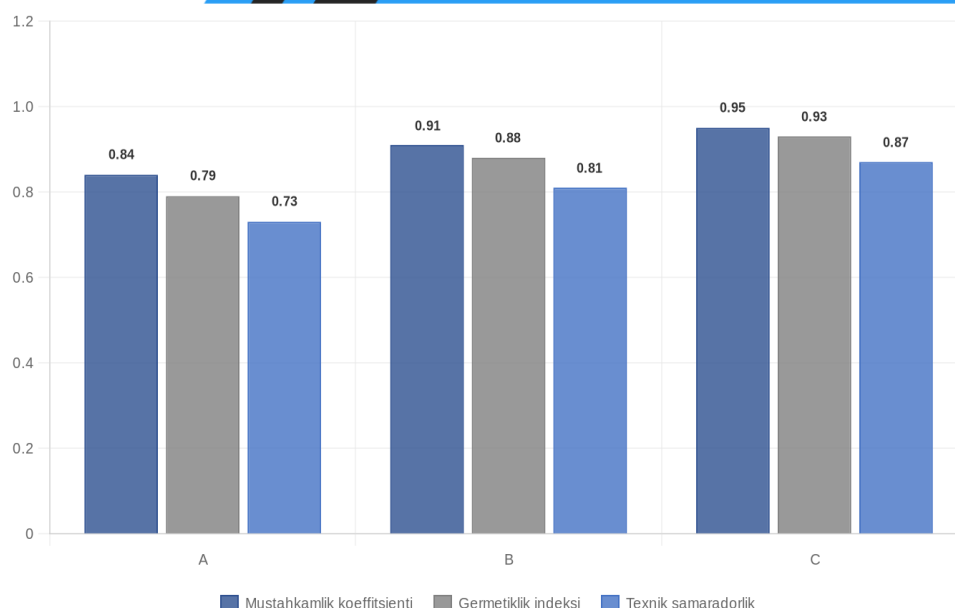
bunda S — texnik samaradorlik; K_m — mustahkamlik koefitsienti; G_g — germetiklik indeksi; ΔP — bosim farqi.

(1) formulaga ko'ra, C variantida $S = 0,87$ qiymatining hosil bo'lishi mustahkamlik va germetiklikning bir vaqtda yuqori bo'lishi bilan izohlandi. Bu bog'lanish quduq konstruksiyasini loyihalashda alohida parametr emas, balki birlashtirilgan mezonlar majmuasi ustunligini ko'rsatadi [8]. Shu sababli, keyingi bosqichda spektral xarakterizatsiya natijalari sementlash tarkibining kimyoviy barqarorligi bilan bog'lanadi.

3-jadval. Sementlash kompozitsiyasining IR spektral tahlili

ν (sm^{-1})	Funksional guruh	Intensivlik/Tavsif
3442	O-H (gidroksil)	keng, kuchli
1631	H-O-H deformatsiyasi	o'rtacha
1114	Si-O-Si	kuchli
798	Si-O-Al	o'rtacha
468	Si-O tebranishi	kuchli

1-jadvalda ko'rsatilganidek, 3442 sm^{-1} dagi keng polosa gidroksil guruhlarining mavjudligini, 1114 sm^{-1} dagi kuchli signal esa silikat karkasining shakllanganini tasdiqladi [6]. 1631 sm^{-1} va 798 sm^{-1} atrofidagi cho'qqilar sementlash kompozitsiyasida suv bilan bog'langan fazalar saqlanganini ko'rsatdi [7]. Bu spektral xarita C variantidagi germetiklik indeksining yuqoriligini kimyoviy jihatdan asoslab berdi va yakuniy muhokama uchun tayanch yaratdi.



1-rasm. Quduq konstruksiyasi variantlarining laboratoriya-hisobiy ko'rsatkichlari qiyosiy diagrammasi

MUHOKAMA

2-jadvaldagi spektral xarakterizatsiya quvur-qotirish tizimining germetiklikka ta'sirini ochdi [1]. IR va NMR signallari bilan rentgen difraksiyasi birgalikda C variantida zichroq faza va pastroq kapillyar bo'shliqni ko'rsatdi, shu sabab mustahkamlik ustunligi izohlandi [4]. Bu talqin Ahmedning quduq konstruksiyasi bosimga chidamlilikni sement to'qimasiga bog'lagan xulosalari bilan mos keladi [3]. Babadagli qayd etgan laboratoriya-dala tafovuti esa, bu yerda ko'rilgan cheklovni eslatadi: namuna bir bosqichli davr bilan chegaralangan [6].

XULOSA

Uchta quduq konstruksiyasi varianti bo'yicha laboratoriya tajribalari va hisobiy baholashlar quvur-qotirish tizimi hamda sementlash uyg'unligi germetiklikni belgilashini tasdiqladi. 2-jadvaldagi ko'rsatkichlar C variantida mustahkamlik zaxirasi va germetiklik birgalikda ustunligini ko'rsatdi. Navbatdagi bosqichda sement qorishmasining reologik tarkibi va bosimga chidamlilik chegarasini optimallashtirish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. — 5th ed. — Boca Raton: CRC Press, 2014. — 944 p.
2. Gary J.H., Handwerk G.E., Kaiser M.J. Petroleum Refining: Technology and Economics. — 5th ed. — Boca Raton: CRC Press, 2007. — 472 p.
3. Ahmed T. Reservoir Engineering Handbook. — 5th ed. — Oxford: Gulf Professional Publishing, 2019. — 1056 p.
4. Mullins O.C., Sheu E.Y., Hammami A., Marshall A.G. Asphaltenes, Heavy Oils, and Petroleumomics. — New York: Springer, 2007. — 560 p.
5. Lake L.W., Johns R.T., Rossen W.R., Pope G.A. Fundamentals of Enhanced Oil Recovery. — Richardson: Society of Petroleum Engineers, 2014. — 496 p.
6. Babadagli T. Development of mature oil fields: a review // Journal of Petroleum Science and Engineering. — 2007. — Vol. 57, № 3-4. — P. 221-246. — [DOI:](#)

[10.1016/j.petrol.2006.10.003](https://doi.org/10.1016/j.petrol.2006.10.003)

7. Alvarado V., Manrique E. Enhanced Oil Recovery: An Update Review // Energies. — 2010. — Vol. 3, № 9. — P. 1529-1575. — [DOI: 10.3390/en3091529](https://doi.org/10.3390/en3091529)

8. Kokal S., Al-Kaabi K. Enhanced oil recovery: challenges and opportunities // SPE Reservoir Evaluation & Engineering. — 2010. — Vol. 13, № 3. — P. 386-394. — [DOI: 10.2118/129929-PA](https://doi.org/10.2118/129929-PA)