

¹Голубев В.Г., ² А.С. Садырбаева, ³ Д.Б. Амантаева,
⁴ А.М. Туребекова, ⁵Н. Кабылбек

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Казахстан

(E-mail: ¹golubev_50@mail.ru, ²a.sadyrbaeva@mail.ru,
³dalitosh@mail.ru, ⁴aiturebekova@mail.ru, ⁵kabylbek2508@gmail.com)

Улучшение противоизносных свойств промывочных жидкостей путем использования бентонитовой глины

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследований буровой промывочной жидкости с улучшенными смазочными свойствами в паре трения металл-металл. В качестве смазочной добавки в буровой промывочной жидкости использовались отходы бентонитовой глины производства очистки растительных масел в количестве 3-10% при следующем соотношении компонентов, масс. %: мел 6-8; унифлок (водорастворимый полимерный препарат) 0,1-0,2; КМЦ-ТС (Накарбоксиметилцеллюлоза) 0,7-0,9; КССБ (конденсированная сульфит-спиртовая барда) 0,1-0,3; сода кальцинированная 0,1; ТБФ (трибутил фосфат) 0,012; вода – остальное.

В результате экспериментальных исследований по использованию отходов бентонитовой глины в качестве смазочной добавки в промывочную жидкость установлены положительные качества тестируемой буровой промывочной жидкости. Буровая промывочная жидкость с улучшенными смазочными свойствами при сравнении с базовой позволяет уменьшить на 5-8% коэффициент трения у соприкасающихся металлических поверхностей.

Ключевые слова: буровая промывочная жидкость, трибологические свойства, госситоловая смола.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-133-4-54-60>

Извлечение нефти в современных условиях производится в основном из скважин сложного профиля, имеющих горизонтальные и наклонные окончания на уровне продуктивных горизонтов. Проблематичность бурения скважин сложного профиля весьма очевидна даже на первый взгляд, поэтому задача увеличения производительности труда наряду с техническими трудностями является весьма актуальной. Строить такие скважины достаточно сложно в связи с рядом обстоятельств, к которым относятся следующие: рост энергозатрат при движении буровых труб (вращательное и возвратно-поступательное), сложность чистки забоя от выбуренной породы, а также возрастание силового воздействия на инструмент для бурения. При проведении буровых работ, циркулирующую в скважине жидкость принято называть - буровым раствором или промывочной жидкостью, в функции которой, помимо выноса шлама, входят и другие, не менее важные функции, позволяющие эффективно, экономично, и безопасно выполнять и завершать процесс бурения. В связи с этим состав промывочных жидкостей и оценка ее свойств всегда являлись темой основного объема научных исследований и анализа. Решение многих задач в таких случаях осуществляется при помощи буровой промывочной жидкости [1-4].

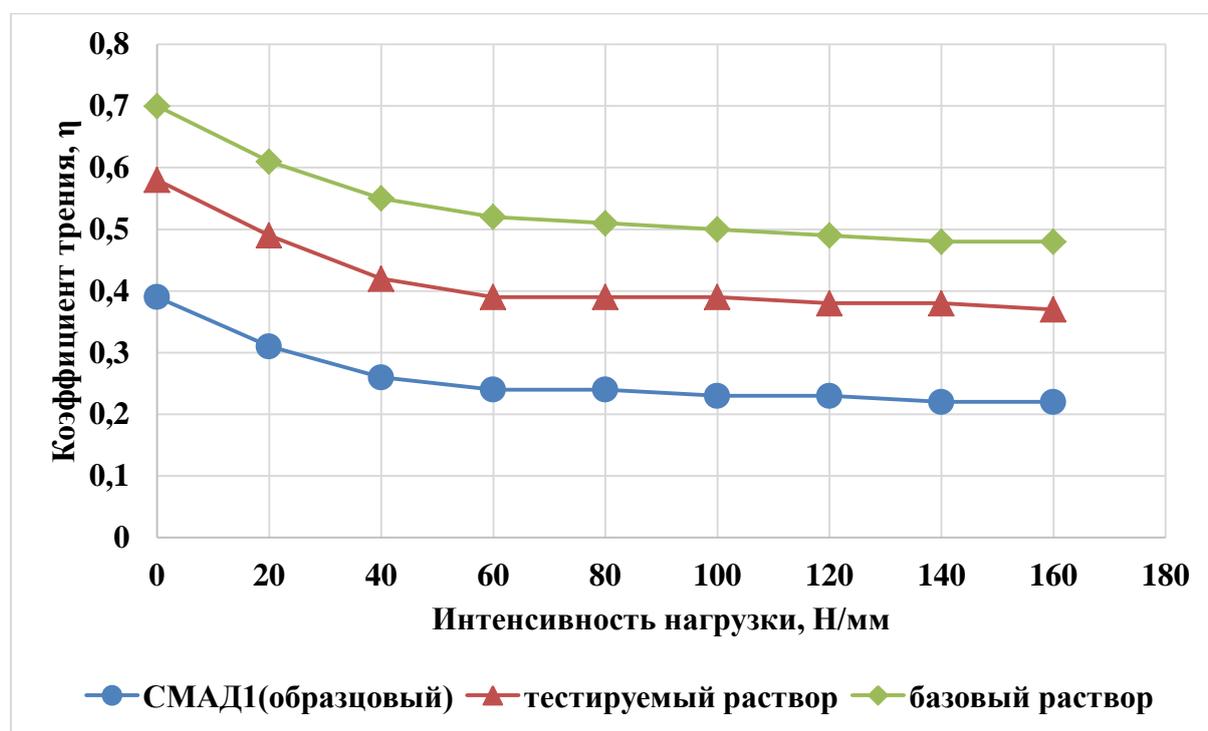
С учетом изложенного промывочная жидкость должна иметь соответствующий состав и свойства, обеспечивающие безаварийность работы, уменьшение осложнений и борьбы с ними, а также отрицательного влияния на коллекторские качества продуктивных горизонтов. Важной составляющей буровой промывочной жидкости является ее способность обладать антифрикционными качествами или иметь противоизносные свойства. Следовательно, необходимо совершенствовать состав промывочной жидкости путем использования в них добавок для смазки, позволяющих повысить у них трибологические качества и

технико-экономические показатели (ТЭП) процесса бурения. Основываясь на современных исследованиях в области физико-коллоидной химии, специалисты добиваются высоких результатов путем увеличения скоростных и качественных показателей при бурении скважин на нефть и газ. Например, используя гидрофобно-эмульсионные растворы (ГЭР), удалось снизить энергетические затраты порядка 20-25% за счет потерь при трении бурильной колонны о стенки скважины [2-4].

Основная часть современных промывочных жидкостей, применяемых при бурении, является дисперсными системами на водной основе. Большинство из них имеет в качестве основы глину или полимерные растворы, а также большое количество солей, являющихся коррозионно-активными, но снижающими износ бурового оборудования и бурильного инструмента. Это особенно важно с учетом высоких контактных нагрузок, порядка в 100-1000 раз, и усиления процесса коррозии в сопоставлении с работой без существенных контактных нагрузок [5-7]. Известные в настоящее время противоизносные добавки в промывочные жидкости имеют весьма низкую эффективность либо довольно дороги, поскольку поставляются из-за рубежа. Необходимо выполнять поиск таких реагентов, введение которых в рецептуру промывочной жидкости позволит увеличить ее противоизносные свойства, быть эффективными в условиях высоких температур и контактных нагрузок, оставаясь доступными в экономическом отношении. Следовательно, их разработка даст возможность существенно повысить противоизносные свойства промывочных жидкостей, что представляет собой достаточно важную проблему, позволяющую решать необходимые задачи путем проведения исследований в заданном направлении.

Результаты экспериментальных исследований по использованию отходов бентонитовой глины в качестве смазочной добавки в промывочную жидкость отражены в рисунках 1 и 2. Отдельная бентонитовая глина, использованная в качестве адсорбента в производстве растительного масла подсолнечника, была отобрана из отходов данного производства. Затем ее обрабатывали горячим 5%-ым раствором соды в течение 4 часов. После чего туда добавляли 20%-ый раствор NaOH и перемешивали около получаса. Далее смесь отстаивали в течение промежутка времени длительностью от 6 до 8 часов, в результате чего образовывалось 3 слоя. Верхний слой, содержащий жир и чаще используемый для технических целей, нами не использовался, средний, в виде раствора и используемый в производстве повторно также не использовался, а в проводимых исследованиях был использован самый нижележащий слой (обезжиренные отбеленные глины), содержащий 1,2-2% жира (в зависимости от исходного сырья и технологии процесса), который обычно отправляется в отходы. При экстракционном методе, когда глины обрабатываются бензином или другим растворителем, а также горячей водой, их можно также использовать в качестве смазочной добавки [8-12].

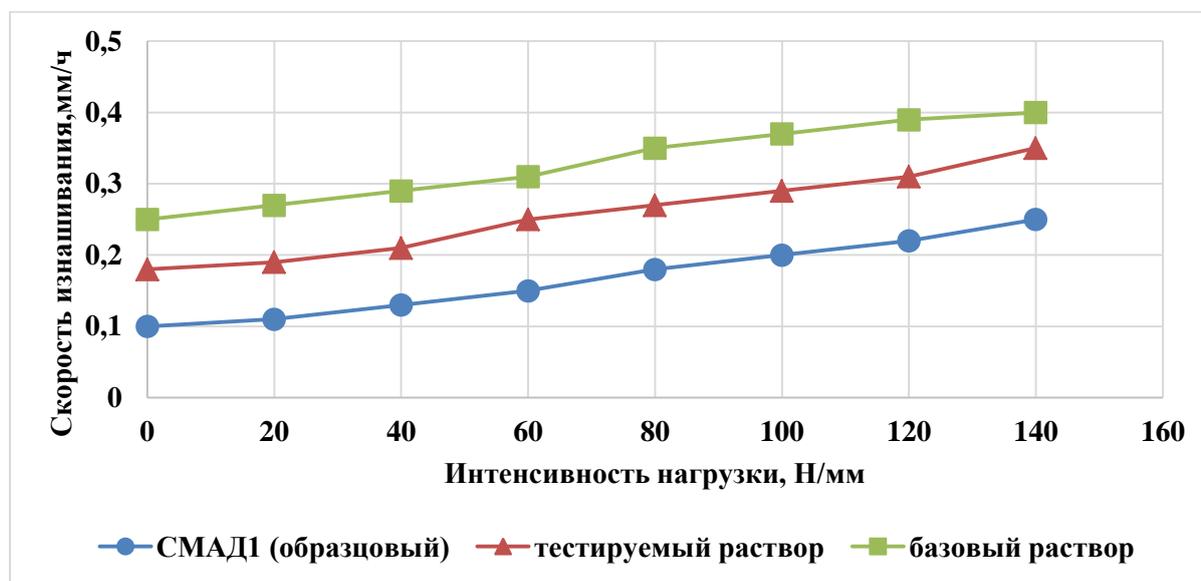
Рисунок 1 демонстрирует положительные качества тестируемой буровой промывочной жидкости, поскольку при сравнении с базовой позволяет уменьшить на 5-8% коэффициент трения у соприкасающихся металлических поверхностей. При интенсивности прикладываемых нагрузок в диапазоне 120Н/мм - 200 Н/мм скорость изнашивания стальных эталонных образцов достигала 8%, что позволяет судить о ее высоком потенциале.



1 – базовый раствор; 2 – тестируемый раствор; 3 – СМАД1(образцовый)

Рисунок 1 – Зависимость коэффициента трения металлических поверхностей от интенсивности нагрузки

В частности, при использовании интенсивной нагрузки в 120 Н/мм для базового раствора коэффициент трения составлял 0,43 мм/ч, для испытуемого он составлял 0,39 мм/ч, а для импортного, в качестве образцового раствора, он составлял 0,35 мм/ч. Увеличение нагрузки приводило к возрастанию коэффициента трения, так при интенсивности нагрузки в 160 Н/мм в базовом растворе он составлял 0,38 мм/ч, для тестируемого – 0,35 мм/ч, а для импортного раствора – 0,33 мм/ч (рис.1). Подобная ситуация складывается и при исследовании скорости износа (рис.2). При использовании интенсивной нагрузки в 120 Н/мм для базового раствора скорость износа составляет 0,062 мм/ч, 0,072 мм/ч в тестируемом растворе и 0,008 мм/ч в импортном растворе – смазывающей добавке, состоящей из окисленного петролатума в сочетании с дизельным топливом – СМАД1. Увеличение нагрузки приводило к возрастанию скорости износа, так при интенсивности нагрузки в 160 Н/мм в базовом растворе она составляла 0,068 мм/ч, для тестируемого – 0,052 мм/ч, а для импортного раствора СМАД1- 0,035 мм/ч. Таким образом, воздействие разной интенсивности прикладываемой нагрузки показало, что тестируемая буровая промывочная жидкость обладает преимуществами перед базовым буровым раствором. Следовательно, используемая добавка определяет положительную эффективность, а ее применение дает возможность снижать скорость изнашивания металлических поверхностей, и при более высоких показателях импортной добавки СМАД-1 необходимо учитывать ее существенную стоимость и зависимость от импорта.



1 – базовый раствор; 2 – тестируемый раствор; 3 – СМАД1 (образцовый)

Рисунок 2 – Зависимость скорости изнашивания стальных образцов от интенсивности нагрузки в растворах с содержанием смазочных добавок

При анализе полученных зависимостей становится более очевидным и наглядным влияние воздействия существенных нагрузок на коэффициент трения и скорости износа в различных жидкостях, который может регулироваться при помощи используемых смазочных добавок (рис. 1, 2). Применяя смазочные добавки, удается создавать гидрофобную пленку в граничном слое пар трения, которая позволяет деструктуризовать молекулярный слой, в котором возникает высокая температура. В конечном счете это приводит к графитизации углерода [13].

Следует отметить, что эксплуатационные качества тестируемой смазочной добавки гораздо ниже, чем СМАД-1, Лубриол и другие зарубежные смазочные добавки, но после полного цикла исследовательских экспериментов, доработок и использования потенциала она получит достойное место, особенно учитывая то, что будет производиться из отходов отечественного масложирового производства (см.табл.1).

В работе [14] были предложены результаты исследований технологических проб глины Дарбазинского месторождения (табл.1).

Таблица 1 – Результаты химических анализов технологических проб глин Дарбазинского месторождения (Южный Казахстан)

№ горизонта	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Общ. п.п.
1	61,66	14,33	5,39	5,76	5,85	1,2	1,6	0,89	-
2	60,11	14,23	5,79	0,84	2,28	1,1	1,95	0,56-2,5	8,58
3	56,85	15,01	5,96	0,65	2,3	0,92	2,42	0,67-1,16	6,72

Следовательно, у тестируемой добавки имеются потенциальные перспективы, поскольку ее извлекают из отходов. Она позволяет снизить коэффициент трения и скорость изнашивания металла, а это дает возможность понизить износ бурового и бурильного оборудования.

Список литературы

1. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А. и др. Основы трибологии (Трение, износ, смазка). – М.: Машиностроение. – 2001. – 644с.
2. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Учебник для студ. вузов. - Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис». – 2011. – 528 с.
3. Справочник по буровым растворам. - М.: Топливо и энергетика. – 2007. – 48 с.
4. Рязанов А.Я. Энциклопедия по буровым растворам. - Оренбург: Летопись. – 2005. – 664 с.
5. Лазарев Г.Е., Харламова Т.Л., Верейкин В.И. Особенности трения и изнашивания материалов в агрессивных средах // Трение и износ. – 1981. – Т.2. № 31. – С.43 – 52.
6. Прейс Г.А., Дзюб А.Г. Электрохимические явления при трении металлов // Трение и износ. – 1980. – Т.1. №2. – С.217 – 235.
7. Харламова Т.Л., Розенфельд И.Л., Лазарев Г.Е., Афанасьев К.И., Верейкин В.И. Коррозия высоколегированных материалов в условиях трения // Защита металлов. – 1983. – Т.2. – С.270 – 273.
8. А.С. 1129215, СССР, МКИС 09 К 7/02. Буровой раствор / Андресон Б.А., Кабанов В.А., Бочкарев Г.П. и др. (СССР) №3578089/23-03-83// Бюл. Открытия. Изобретения. – 1984. – №46 – С.25.
9. Motley Terri. Lubricant meets lab, tests for reduction torque. Worldoil. – 1984. – Vol.7. – P. 177-179, ISSN 0043-8790 US.
10. Сюнякова З.Ф., Султанов Б.З., Ягарова Г.Г. Смазочные свойства промывочных жидкостей на основе отхода производства полимер-дистиллятов // Труды УНИ «Технология бурения нефтяных и газовых скважин». – Уфа, 1990. – С.112-115.
11. Сюнякова З.Ф. и др. Исследования влияния полимер - остатка на смазочные свойства бурового раствора // Строительство буровых и газовых скважин на суше и на море. – 1994. – №2. – С.8-10.
12. Сакович Э.С., Бузург Дж.Дж. Пути уменьшения сил сопротивления перемещению колонны труб в стволе наклонной скважины. – Баку.: Азерб. инс-т нефти и химии. – 1987. – 10 с.
13. Конесев Г.В., Мавлютов М.Р., Спивак А.И., Мулюков Р.А. Смазочное действие сред в буровой технологии. – М.: Недра. – 1993. – 272 с.
14. Тлеуов А.С., Тлеуова С.Т., Исаева Д. А., Кадынцева Т.А. Особенности вещественного состава бентонитовой глины Дарбазинского месторождения // Комплексное использование минерального сырья. – 2016. – № 3. – С.97-101.

**В.Г.Голубев, А.С. Садырбаева, Д.Б. Амантаева,
А.М. Туребекова, Н. Кабылбек**

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

**Бентонитті сазды қолдану жолымен шаю сұйықтарының тозуға қарсы қасиеттерін
жақсарту**

Аңдатпа. Ұсынылып отырған жұмыста металл-металл үйкелу жұбында майлау қасиеттері жақсартылған бұрғылау шаю сұйығын зерттеу нәтижелері келтірілген.

Майлағыш қосымша ретінде бұрғылау шаю сұйығына өсімдік майларын тазалау өндірісінің бентонитті сазы 3-10% мөлшерде қолданылған. Компоненттердің қатынасы келесідей масс. %: мел 6-8; унифлок (суда еритін полимерлік препарат) 0,1-0,2; КМЦ-ТС (Na-карбоксиметилцеллюлоза) 0,7-0,9; КССБ (сұйылтылған сульфит-спиртті барда) 0,1-0,3; кальцинирлі сода 0,1; ТБФ (трибутил фосфат) 0,012; су – қалғаны.

Шаю сұйығына майлағыш қоспалар ретінде бентонитті саздардың қалдығын пайдалану бойынша тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде сыналатын бұрғылау шаю сұйығының оң сапасы орнатылған. Майлағыш қасиеттері жақсартылған бұрғылау шаю сұйығы данасатын металл беттердің үйкелу коэффициентін 5-8% шамасына төмендетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: бұрғылау шаю сұйығы, трибологиялық қасиеттер, госсипол шайыры.

V.G.Golubev, A.S.Sadyrbayeva, D.B.Amantaeva, A.M.Turebekova, N.Kabylbek
M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Improving the anti-wear properties of flushing fluids by using bentonite clay

Abstract. This paper presents the results of studies of drilling fluid with improved lubricating properties in a metal-metal friction pair. Bentonite clay produced by refining vegetable oils in an amount of 3-10% with the following ratio of components, wt. %: chalk 6-8; uniflock (water-soluble polymer preparation) 0.1-0.2; CMC-TS (Na-carboxymethyl cellulose) 0.7-0.9; KSSB (condensed sulfite-alcohol stillage) 0.1-0.3; soda ash 0.1; TBP (tributyl phosphate) 0.012; water is the rest.

As a result of experimental studies on the use of waste bentonite clay as a lubricant additive in the drilling fluid, there are established positive qualities of the tested drilling fluid. Drilling fluid with improved lubricating properties, when compared with the base fluid, can reduce the friction coefficient at the contacting metal surfaces by 5-8%.

Key words: drilling mud, tribological properties, gossypol resin.

References

1. Chichinadze A.V., Braun E.D., Bushe N.A. i dr. Osnovy tribologii (Treniye, iznos, smazka) [Basics of tribology (Friction, wear, lubrication)] (Mashinostroyeniye, M, 2001, 644p) [in Russian].
2. Korshak A.A., Shammazov A.M. Osnovy neftegazovogo dela [Basics of oil and gas business] (ООО «DizajnPoligrafServis», Ufa, 2011, 528 p.) [in Russian].
3. Spravochnik po burovym rastvoram [Handbook of drilling fluids] (Topливо i energetika, M, 2007, 48 p) [in Russian].
4. Ryazanov A.Ya. Enciklopediya po burovym rastvoram (Drilling Fluids Encyclopedia) (Letopis', Orenburg, 2005, 664 p) [in Russian].
5. Lazarev G.Ye., Kharlamova T.L., Vereykin V.I. Osobennosti treniya i iznashivaniya materialov v agressivnykh sredakh [Features of friction and wear of materials in aggressive environments], Treniye i iznos [Friction and wear], 2(31), 43 – 52 (1981).
6. Preys G.A., Dzyub A.G. Elektrokhimicheskiye yavleniya pri trenii metallov [Electrochemical phenomena during friction of metals], Treniye i iznos [Friction and wear], 1(2), 217 – 235 (1980).
7. Kharlamova T.L., Rozenfel'd I.L., Lazarev G.Ye., Afanas'yev K.I., Vereykin V.I. Korroziya vysokolegirovannykh materialov v usloviyakh treniya [Corrosion of highly alloyed materials under frictional conditions], Zashchita metallov [Metal protection], Vol. 2, 270 – 273 (1983).

8. A.S. 1129215, SSSR, MKIS 09 K 7/02. Burovoy rastvor / Andreson B.A., Kabanov V.A., Bochkarev G.P. i dr. (SSSR) №3578089/23-03-83// Byul. Otkrytiya. Izobreteniya. – 1984. – №46 – S.25.
9. Motley Terri. Lubricant meets lab, tests for reduction torque // Worldoil. – 1984. – Vol.7. – P. 177-179.
10. Syunyakova Z.F., Sultanov B.Z., Yagarova G.G. Smazochnyye svoystva promyvochnykh zhidkostey na osnove otkhoda proizvodstva polimer-distillyatov [Lubricating properties of flushing fluids based on polymer distillate production waste], Trudy UNI «Tekhnologiya bureniya neftyanykh i gazovykh skvazhin» [Proceedings of UNI "Technology of drilling oil and gas wells"], Ufa, 1990. P.112-115.
11. Syunyakova Z.F. i dr. Issledovaniya vliyaniya polimer - ostatka na smazochnyye svoystva burovogo rastvora [Study of the effect of polymer - residue on the lubricating properties of drilling mud], Stroit.burovykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more [Onshore and offshore drilling and gas well construction], Vol. 2, P.8-10 (1994).
12. Sakovich E.S., Buzurg Dzh.Dzh. Puti umen'sheniya sil soprotivleniya peremeshcheniyu kolonny trub v stvole naklonnoy skvazhiny [Ways to reduce the forces of resistance to displacement of the pipe string in the directional wellbore] (Azerbaijan Institute of Oil and Chemistr, Baku, 1987, 10 p).
13. Konesev G.V., Mavlyutov M.R., Spivak A.I., Mulyukov R.A. Smazochnoye deystviye sred v burovoy tekhnologii [Lubricating action of media in drilling technology] (Nedra, M., 1993, 272 p) [in Russian].
14. Tleuov A.S., Tleuova S.T., Isayeva D. A., Kadyntseva T.A. Osobennosti veshchestvennogo sostava bentonitovoy gliny Darbazinskogo mestorozhdeniya [Features of the material composition of bentonite clay of the Darbazinsky deposit], Kompleksnoye ispol'zovaniye mineral'nogo syr'ya [Complex use of mineral raw materials], 3, 97-101 (2016).

Сведения об авторах:

Голубев В.Г. – автор для корреспонденции, доктор технических наук, профессор кафедры «Нефтегазовое дело», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Садырбаева А.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Нефтегазовое дело», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Амантаева Д.Б. – магистр, старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Туребекова А.М. – магистр, старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Кабылбек Н. – магистрант группы МНГ-19-1нк, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан.

Golubev V.G. –corresponding author, Doctor of Technical Sciences, Professor of Oil and gas business Department, M. Aueзов South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

Sadyrbayeva A.S. – candidate of technical sciences, associate professor of Oil and gas business Department, M. Aueзов South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

Amantaeva D.B. - Master, Senior Lecturer of Oil and gas business Department, M. Aueзов South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

Turebekova A.M. –Master, Senior Lecturer of of Oil and gas business Department, M. Aueзов South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

Kabylbek N. – Master's student of the MNG-19-1nk group, M. Aueзов South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.