

© **М.Я. Магун**
С.А. Гурський
Р.В. Зіньков
 Науково-дослідний
 і проектний інститут ПАТ «Укрнафта»
О.М. Верста
 канд. хім. наук
 Прикарпатський університет
 ім. В.Стефаника

M.Ya. Mahun
S.A. Hurskyi
R.V. Zinkov
 Scientific Research and Design
 Institute PJSC «Ukrnafta»

O.M. Versta
 PhD
 Vasyl Stefanyk National University
 of Ciscarpathia

Оптимізація змащувальної домішки лігносульфонатно-калієвої бурової промивальної рідини

Optimization of potassium lignosulfonate drilling fluid lubricating additive

УДК 622.24.06

Оптимізовано змащувальні домішки до лігносульфонатно-калієвої бурової промивальної рідини для буріння свердловин. Із урахуванням результатів лабораторних досліджень підібрано оптимальні і робочі концентрації змащувальних домішок, розроблено рецептуру обробки бурової промивальної рідини.

Ключові слова: змащувальна домішка, реагент, бурова промивальна рідина.

Оптимизированы смазывающие добавки к лигносульфонатно-калиевой буровой промывочной жидкости для бурения скважин. С учетом результатов лабораторных исследований подобраны оптимальные и рабочие концентрации смазывающих добавок, разработана рецептура обработки буровой промывочной жидкости.

Ключевые слова: смазывающая добавка, реагент, буровая промывочная жидкость.

Lubricating additives for potassium lignosulfonate drilling fluid have been optimized. Proceeding from lab tests results, optimal and working concentrations of lubricating additives have been selected and formulation for drilling fluid treatment has been developed.

Key words: lubricating additive, chemical agent, drilling fluid.

Бурові промивальні рідини (БПР) використовують для руйнування породи бурінням та для її винесення на поверхню з вибою свердловини. Необхідність буріння свердловин у різноманітних геологічних умовах і на різних глибинах ставить перед науковцями завдання розроблення промивальних рідин, оптимізації рецептур та визначення їх властивостей.

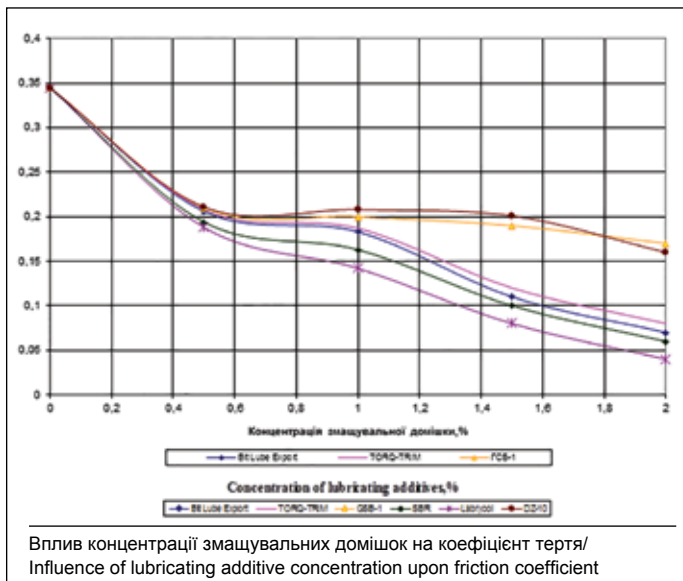
До БПР, які використовують у ПАТ «Укрнафта» на свердловинах родовищ, відносять безглинисті, малоглинисті (вміст глинистої фази до 70 кг/м³), глинисті немінералізовані (менше 3 % солі), емульсійні. Групуєчи їх за хімічним складом, вирізняють гуматні, полімергуматні, лігносульфонатні, інгібовані полімеркалієві, біополімерні, емульсійні, подвійноінгібовані з багатоатомними спиртами, безглинисті БПР [1].

Реагенти на основі лігносульфонатів за обсягом їх застосування для обробки бурових промивальних рідин посідають друге місце після гуматів. Головними компонентами лігносульфонатного реагенту є лігносульфонати технічні натрієві (ЛСТ-Na). У практиці буріння лігносульфонати вперше використали в 1936–1937 рр. П.З. Швейцер і Є.А. Яішнікова [2]. Головною функцією цих реагентів є зниження в'язкості

Drilling fluids are used to break rock while drilling and remove the cuttings from bottom hole to the surface. The necessity of wells drilling in various geological conditions and at different depths challenges the scientists to develop drilling fluids, optimize formulations and determine their properties.

Drilling fluids used by PJSC «Ukrnafta» at the deposit wells include: clay-free, thin clay (clay phase content of up to 70 kg/m³), clay fresh (less than 3 % of salt), and emulsion drilling fluids. By chemical composition they are divided into humate, polymer humate, lignosulfonate, inhibited potassium polymer, biopolymer, emulsion, double inhibited with polyhydric alcohols, and clay-free [1].

In terms of scope of application for drilling fluids treatment, chemical agents based on lignosulfonates rank next to humates. The main components of lignosulfonate chemical agent are technological sodium lignosulfonates. Lignosulfonates were used in drilling practice for the first time in 1936 – 1937 by P.Z. Shveitser and Ye.A. Yaishnikova [2]. Their main function is viscosity reduction combined with stabilizing and inhibiting effects. Potassium lignosulfonate drilling fluids are mainly used for drilling of clay rocks and



Вплив концентрації змащувальних домішок на коефіцієнт тертя/
Influence of lubricating additive concentration upon friction coefficient

з поєднанням стабілізуючого та інгібуючого ефектів. Лігносульфонатно-калієві промивальні рідини використовують переважно для буріння глинистих гірських порід, а також інтервалів, представлених гіпсами, ангідритами, аргілітами і карбонатними відкладами.

Лігносульфонатно-калієві промивальні рідини – це рідини, стабілізовані лігносульфонатними реагентами (КССБ-МТ, РВ-СМ, ФХЛС) у комбінації з полімерами (регуляторами фільтрації КМЦ, ПАА тощо) і змащувальними домішками.

Оскільки змащувальні домішки використовують у різноманітних геолого-технічних умовах буріння свердловин, то значну увагу приділяють багатofункціональності їх дії.

Результати промислових випробувань ряду відомих продуктів під час будівництва свердловин показали, що в більшості випадків вони максимально ефективні лише в системах бурових промивальних рідин визначеного компонентного складу і залежать від конкретних геолого-технічних умов, тобто не є універсальними. Поверхнево-активні компоненти у складі змащувальних домішок впливають на їх поляризацію та структуру, на покращення адсорбційно-ізоляційного ефекту тощо [3].

Значний відсоток мастил світового виробництва містить мила – солі органічних кислот; їх хімічна природа суттєво впливає на технологічні властивості змащувальних домішок для бурових промивальних рідин.

Про наявність поліфункціональних властивостей поверхнево-активних змащувальних домішок, окрім зниження коефіцієнта тертя, можуть свідчити легкість диспергування у буровому розчині, сумісність із хімічними реагентами – інгредієнтами бурових розчинів, здатність до обмеження гідратації розбурюваних глинистих мінералів, емульгуючі, антикорозійні властивості, стійкість до агресивного впливу солей полівалентних металів [4].

Наводимо відому з літературних джерел інформацію щодо деяких випробуваних змащувальних домішок.

intervals, represented by gypsums, anhydrites, claystones and carbonate deposits.

Potassium lignosulfonate drilling fluids are fluids stabilized by lignosulfonate chemical agents (condensed sulfate-alcohol stillage modified technical (CSAS-MT), RV-SM, ferro-chromelignosulfonate (FCLS)) combined with polymers (filtration regulator CMC, surfactants etc.) and lubricating additives.

Due to the fact that lubricating additives are used in different geological and technical conditions of wells drilling, great attention is paid to their multifunctional performance.

The results of industrial testing of a number of well-known products in the course of wells construction have demonstrated that in most cases they are maximum efficient only in drilling fluids systems of a definite composition and depend upon particular geological and technical conditions, thus, they are not multipurpose. Surfactants in lubricating additives influence their polarization, structure and enhancement of adsorptive and insulating effect etc. [3].

Significant percentage of globally produced lubricants contains soaps which are salts of organic acids; their chemical nature substantially influences the processing properties of lubricating additives for drilling fluids.

In addition to reduction of friction coefficient, the presence of multifunctional properties of surface active lubricating additives can be evidenced by easiness of dispersion in drilling fluid, compatibility with chemical agents which are drilling fluid components, ability to bound hydration of clay minerals being drilled out, emulsifying, anticorrosion properties, resistance to aggressive action of polyvalent-metal salts [4].

Given below is the information on some lubricating additives being tested as taken from the literary sources.

Bit Lube Export [5] is produced by M-I Drilling Fluids (USA). The main advantages of this additive: highly efficient in fresh clay drilling fluids and significantly minimizes drag and potential for differential sticking. Disadvantages: high cost (multiple times more expensive than similar-level domestic lubricating additives); significant transportation expenses; incompatibility with the systems with highly mineralized dispersion media; insufficiently low solidifying temperature (above – 12 °C).

TORQ-TRIM is produced by Halliburton (USA). Its main advantages: imparts additional lubrication properties to fluids under pressure; functions in fresh water- and salt water-based fluids at varied pH levels; does not grease out from fluids with high calcium or magnesium content; readily biodegradable; does not foam in drilling fluid; stable at temperatures above 205 °C. Disadvantages: too high price and significant transportation expenses.

SBR (Ukraine) is produced on the basis of plant products with the addition of tall oil. Ammonium form of saponificated fatty acid products is characterized by low ionization, which facilitates their resistance to washing off and aggressive action of polyvalent-metal ions. Carbamide, being an ingredient of this drilling fluid, causes its effective homogenization, selective adhesion, and facilitates inhibition of hydration of

Bit Lube Export [5] – продукт компанії M-I Drilling Fluids (США). Основні переваги цієї добавки: високоефективна в прісних глинистих бурових промивальних рідинах та значно поліпшує їх протизношувальні, протиприхоплювальні властивості. Недоліки: висока вартість (у рази вища, ніж вітчизняних змащувальних домішок аналогічного рівня); значні транспортні витрати; неможливість застосування в системах із високомінералізованими дисперсійними середовищами; недостатньо низька температура застигання (вище – 12 °С).

TORQ-TRIM – продукт компанії Halliburton (США). Основні його переваги: надає додаткову змащувальну властивість розчинам під тиском; працює в розчинах на основі прісної та соленої вод за різних значень рН; не виводиться з розчину при високих концентраціях кальцію і магнію; легко піддається біологічному розкладу; не утворює піни в буровій промивальній рідині; стійкий при температурах понад 205 °С. Недоліки: надто висока ціна та значні транспортні витрати.

СБР (Україна) виготовляється на основі продуктів рослинного походження з додаванням талевого масла. Амонієва форма продуктів омиленних жирних кислот характеризується малим ступенем іонізації, що сприяє їх стійкості до відмивання та агресивної дії йонів полівалентних металів. Карбамід, як один із інгредієнтів цього реагенту, спричинює ефективну його гомогенізацію, селективність адгезії, а також сприяє інгібуванню гідратації мінералів. Основні його переваги: швидка адсорбція на поверхні металу (за рахунок аміносполук); солестійкість; термостійкість (за рахунок амонієвої форми); поліпшення впливу на технологічні параметри промивальних рідин; зменшення показника коефіцієнта тертя кірки.

ДЗ-10 – однорідна рідина темного (чорного) кольору на основі відходів вуглеводневої сировини. За ступенем дії на організм людини ДЗ-10 належить до IV класу небезпеки – речовини малотоксичні (ГОСТ 12.1.007-76).

Графіт ГСБ-1 (Україна) – змащувальна домішка порошкоподібна – виготовляється згідно з ТУ У 26.8-31223865-001:2010 із кристалічного природного графіту; він отриманий шляхом збагачення графітових руд і кристалічного графіту, а також збагачення відходів металургійного виробництва та виробництва карбиду кремнію, що містять графіт. Графіт ГСБ-1 призначений для покращення змащувальних властивостей бурової промивальної рідини з метою зниження ймовірності виникнення прихоплень під час буріння. Основні його переваги: солестійкість; термостійкість; збереження властивостей при низьких температурах. Недоліки: велика ймовірність відсіювання на вібростігах; порівняно з окремими змащувальними домішками не має багатфункціонального впливу на покращення основних показників БПР.

Лабрикол (Україна) виготовляється на основі продуктів рослинного походження з додаванням сульфатного мила. Основні його переваги: швидка адсорбція на поверхні металу; солестійкість; термостійкість; поліпшення впливу на технологічні параметри промивальних рідин, зменшення показника коефіцієнта тертя кірки. Також його можна використовувати

minerals. Its main advantages: quick adsorption on metal surface (due to amino compounds); salt resistance; thermal stability (due to ammonium form); improvement of influence upon process parameters of drilling fluids; decreasing of cake friction coefficient.

DZ-10 is a homogeneous fluid of dark (black) colour on the basis of raw hydrocarbons waste. By the level of human health hazard it belongs to the IV class of hazard – low-toxic agents (GOST 12.1.007-76).

Graphite GSB-1 (Ukraine) – powdered lubricating additive – produced in accordance with TU 26.8-31223865-001:2010 from crystalline natural graphite obtained through beneficiation of graphitic ores and crystalline graphite as well as by beneficiation of graphite-containing wastes of metallurgical production and silicon carbide production. Graphite GSB-1 is intended to enhance the lubricating properties of drilling fluid with the aim to minimize sticking possibility during drilling. Its main advantages: salt resistance; thermal resistance; retention of properties at low temperatures. Its main disadvantages: high probability of mud screens sieving; in comparison with some other lubricating additives it doesn't have multifunctional impact upon improvement of the main parameters of drilling fluids.

Лабрикол (Ukraine) is produced on the basis of plant products with the addition of sulfate soap. Its main advantages: quick adsorption on metal surface; salt resistance; thermal resistance; improvement of impact upon technological parameters of drilling fluids; reduction of filter cake friction coefficient. Also it can be used as a thickening agent and gelling additive of thinned salt-saturated drilling fluids.

Nowadays, in the course of lubricating additives testing specialists pay attention to:

- shear rate of filter cake. It is the value which characterizes strength of filter cake and is determined by ratio of strength necessary for tangential displacement of cyclic load across the cake to its weight;

- friction coefficient of filter cake. It is the value which indirectly characterizes lubricating properties of drilling fluid [6].

Friction coefficient is the main criterion for evaluation of lubricating properties of additives and its decrease is characteristic for their effectiveness. Due to the fact that along with the necessary highly effective lubricating additives the less effective agents are sometimes being tested, the use of the latter being able to deteriorate the technical and cost performance of drilling, the drilling fluid performance and cost overrun, the said testing shall be carried out using several professional instruments, such as KTK, KTK-2, Sticking Tester OFI (USA). The latter is used in accordance with API standard to measure friction coefficient when the v-block is pressed to the ring at the load of 1.03 MPa (150 pounds per square inch) and shaft rotation frequency of 60 min⁻¹ (see Fig.).

The evaluation results has proven the Labrykol lubricating additive to be the most appropriate for our conditions in terms

Таблиця 1 / Table 1

Порівняльний аналіз впливу різноманітних змащувальних домішок на технологічні параметри бурової промивальної рідини /

Comparative analysis of influence of different lubricating additives upon technological parameters of drilling fluid

Склад розчину / Drilling fluid composition	ρ , кг/м ³ / ρ , g/m ³	T, с / T, s	Ф, за 30 хв, В, in 30 min, cm ³	K, мм/ K, mm	pH	КТК (при- лад КТК)/ Friction coefficient (КТК)	КТК (прилад КТК-2)/ Friction coefficient (КТК-2)	K _{тр} / Friction coefficient (Sticking Tester OFI)	η , мПа·с/ η , mPa·s	τ , дПа / τ , dPa
Вихідний буровий розчин із свердловини Анастасівського родовища / Base fluid from Anastasivske field	1170	48	12,0	2,0	8,03	0,16	0,1051	0,345	12	143
№ 1+2 % Bit Lube Export	1170	40	11,0	2,0	7,34	0,07	0,0699	0,07	19	105
№ 1+2 % TORQ-TRIM	1170	40	10,5	2,0	8,01	0,07	0,0699	0,08	15	120
№ 1+2 % ГСБ-1 / № 1+2 % GSB-1	1170	48	11,0	2,2	8,12	0,09	0,0745	0,17	16	110
№ 1+2 % СБР / № 1+2 % SBR	1170	56	9,0	1,5	7,34	0,06	0,0568	0,06	19	106
№ 1+2 % Лабрикол / № 1+2 % Labrykol	1170	52	8,5	1,5	8,52	0,06	0,0554	0,04	12	158
№ 1+2 % ДЗ-10 / № 1+2 % DZ-10	1170	42	11,0	2,0	8,01	0,08	0,0745	0,16	10	144

як загущувач і структуроутворювач соленасичених БПР, у яких настало стабілізаційне розрідження.

На сьогодні спеціалісти у ході тестування змащувальних домішок беруть до уваги:

– коефіцієнт зсуву фільтраційної кірки – це величина, що характеризує міцність фільтраційної кірки і визначається відношенням зусилля, необхідного для тангенціального зміщення кільцевого вантажу по кірці, до його ваги;

– коефіцієнт тертя фільтраційної кірки (K_{тр}) – це величина, що опосередковано характеризує змащувальні властивості бурової промивальної рідини [6].

Оскільки коефіцієнт тертя є основним критерієм оцінювання змащувальних властивостей домішок, зниження якого характеризує їх ефективність, а поряд із необхідними високо-ефективними змащувальними домішками для досліджень інколи надходять недостатньо ефективні реагенти, використання яких може призвести до погіршення техніко-економічних показників буріння та якості промивальної рідини, перевитрати коштів, то тестування проводимо на кількох приладах: КТК, КТК-2, Sticking Tester OFI (США). Останній відповідно до стандарту Американського нафтового інституту вимірює коефіцієнт тертя при притисканні призми до кільця з навантаженням 1,03 МПа (150 фунт/дюйм²) та частоті обертання вала 60 хв⁻¹ (рисунок).

За результатами оцінювання встановлено, що за технологічною ефективністю та ціновою політикою найприйнятнішою

of process efficiency and price policy. Among the drilling fluids, it has recommended itself to be the most effective one as it guarantees decrease of friction at concentrations of 1.5 and 2.0 % respectively.

Further investigations (Table 1) have been carried out aimed at determination of optimal lubricating additives in potassium lignosulfonate fluid with mineralization of 8.7 %, Ca⁺⁺/Mg⁺⁺ ionic composition of 1002/121.6 mg/l, KCl – 2.3 %, CO₃⁻² – 163 mg/l and HCO₃⁻ – 1750 mg/l). Special attention has been paid to multifunctional lubricating additives. Lubricating additives have been tested in their marketable state. According to the investigations results, the additives can be ranked as follows by their stabilization effectiveness: Labrykol → SBR → TORQ-TRIM → Bit Lube Export → Graphite GSB-1 → DZ-10.

As it is clear from the Figure, optimal concentration of lubricating additives (Labrykol, SBR, TORQ-TRIM, Bit Lube Export) is 1.5 – 2 % in their marketable state, which allows for reduction of filter cake friction coefficient. Some lubricating additives being multifunctional chemical agents facilitate in optimization of formulation for regulation of filtration, structural and rheological parameters of potassium lignosulfonate drilling fluids, and their effect increases in combination with polymers (Lignoksyn, RV-SM) (Table 2).

On the basis of the data obtained, the search has been carried out for the effective formulations using lubricating ad-

Таблиця 2 / Table 2

для наших умов є змащувальна домішка Лабрикол: у середовищі БПР вона зарекомендувала себе як найефективніша, що забезпечує зниження сили тертя у концентрації відповідно на 1,5 і 2,0 %.

Подальші дослідження (табл. 1) проводили з визначення оптимальних змащувальних домішок у лігносульфонатно-калієвій рідині з мінералізацією 8,7 % та іонним складом $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ – 1002/121,6 мг/л, KCl – 2,3 %, CO_3^{2-} – 163 мг/л та HCO_3^- – 1750 мг/л. Особливу увагу приділено домішкам багатофункціональної дії. Досліджували змащувальні домішки у товарному вигляді. Відповідно до результатів проведених досліджень за ефективністю стабілізуючої дії домішки можна виставити таким чином: Лабрикол→СБР→TORQ-TRIM→Bit Lube Export→Графіт ГСБ-1→ДЗ-10.

Як видно з рисунка, оптимальна концентрація домішок змащувальних (Лабрикол, СБР, TORQ-TRIM, Bit Lube Export) становить 1,5–2 % у товарному вигляді, що дає можливість зменшити показник коефіцієнта тертя кірки. Окремі змащувальні домішки як реагенти багатофункціональної дії допомагають оптимізувати рецептури регулювання фільтраційних та структурно-реологічних показників лігносульфонатно-калієвих промивальних рідин, а комбінація з полімерами (Лігноксин, РВ-СМ) підсилює їх дію (табл. 2).

На основі отриманих даних здійснено пошук ефективних рецептур із використанням змащувальної домішки з реагентами, які застосовують для оброблення лігносульфонатно-калієвих бурових промивальних рідин.

Знайдено ефект застосування Лабриколу в комбінації з Лігноксином (аналізи 1–3, у таблиці рядки 1–3 відповідно), РВ-СМ (ан. 4–6) та солями-інгібіторами (ан. 10–11). Зауважимо, що в першому і другому випадку така комбінація призводить до ефективного покращення фільтраційних та змащувальних показників; в другому випадку – до посилення інгібуючої дії (вміст колоїдної фази зменшується з 3,6 до 1,9 %). Обробивши лігносульфонатно-калієву БПР реагентом Лабрикол, відмітили позитивний ефект його дії на технологічні показники (ан. 7–9).

На основі лабораторних досліджень розроблено лігносульфонатно-калієву бурову промивальну рідину, яку рекомендовано для промислового використання (табл. 3).

Промислові випробування змащувальної домішки Лабрикол підтвердили не лише

Результати обробки модельованої суспензії та БПР із застосуванням змащувальної домішки Лабрикол /

Results of modeled suspense anddrilling fluid treatment, using Labrykol lubricating additive

Склад розчину / Fluid composition	ρ , кг/м ³ / ρ , kg/m ³	T, с / T, s	B, за 30 хв, см ³ / B, in 30 min, cm ³	K, мм / K, mm	КТК	СНЗ 1 хв/10 хв дПа / Static Shear Stress 1 min/ 10 min dPa	pH
1. Глин. суспензія 8 % конц. + 3 % Лігноксину / Clay slurry 8 % + 3 % Lignoksyn	1040	24	6,0	1,0	0,09	19/86	10,2
2. № 1 + 1 % Лабрикол / № 1 + 1 % Labrykol	1040	28	4,5	0,5	0,06	38/96	9,81
3. № 1 + 2 % Лабрикол / № 1 + 2 % Labrykol	1040	32	3,5	0,5	0,05	40/116	9,77
4. Глин. суспензія 8 % конц. + 4 % РВ-СМ / Clay slurry 8 % + 4 % RV-SM	1030	22	7,5	1,0	0,14	15/33	9,35
5. № 4 + 1 % Лабрикол / № 4 + 1 % Labrykol	1030	24	6,5	1,0	0,10	23/31	9,19
6. № 4 + 2 % Лабрикол / № 4 + 2 % Labrykol	1030	26	5,0	1,0	0,07	20/33	9,14
7. Бурова промивальна рідина зі свердловини Голубівської площі / Drilling fluid from Golubivske field	1160	78	4,0	1,0	0,08	84/131	9,08
8. № 7 + 1 % Лабрикол / № 7 + 1 % Labrykol	1150	75	3,0	0,5	0,05	78/103	9,05
9. № 7 + 2 % Лабрикол / № 7 + 1 % Labrykol	1150	79	3,0	0,5	0,04	84/128	9,07
10. № 7 + 1,5 % KCL + 0,5 % CaCl ₂ / № 7 + 1,5 % KCL + 0,5 % CaCl ₂	1170	88	8,0	0,5	0,09	99/143	8,87
11. № 10 + 2 % Лабриколу / № 10 + 2 % Labrykol	1170	86	5,0	0,5	0,06	78/106	8,90

Розроблений склад рідини для буріння свердловин /
Developed fluid composition for wells drilling

Таблиця 3 / Table 3

Тип розчину / Type of fluid	Компонентний склад хімреагентів / Compositional analysis of chemical agents	Кількісний склад хімреагентів, кг/м ³ / Volume composition of chemical agents, kg/m ³	Параметри бурової промивальної рідини / Drilling fluid parameters
Лігно- сульфонатно- калієвий / Potassium lignosulfonate	ПБМА / Bentonite	50	Густина – 1040–1080 кг/м ³ / Density – 1040–1080 kg/m ³ Умовна в'язкість – 40–95 с / Relative viscosity – 40–95 s Фільтрація – 3–6 см ³ /30 хв / Filtration – 3–6 cm ³ /30 min CHЗ _{1/10} – 30–60/60–90 / Static Shear Stress _{1/10} – 30–60/60–90 / Кірка – 0,5 мм / Filter cake – 0,5 mm КТК – 0,04–0,08 / Filter cake friction coefficient – 0,04–0,08
	Лігнопол-С / Lignopol-C	20	
	РВ-СМ / RV-SM	10	
	Пентакс / Pentaks	3	
	Нафта / Oil	100	
	Ca(OH) ₂ / Ca(OH) ₂	3	
	KCl / KCl	80	
	Лабрикол / Labrykol	20	

її високу ефективність, а й наявність поліфункціональних властивостей. Вона легко диспергується в бурових промивальних рідинах, сумісна з хімічними реагентами-стабілізаторами, покращує технологічні властивості промивальних рідин. Разом із тим, потрібно зауважити, що поверхнево-активний змащувальний реагент Лабрикол, що виробляється в Україні, має суттєві переваги над відомими зарубіжними аналогами.

Висновки

- Лабрикол рекомендовано до використання як змащувальну домішку до БПР, підбрано оптимальну його концентрацію для покращення екологічного середовища, запропоновано обмежити використання нафти у верхніх горизонтах розрізу під час розкриття водоносних горизонтів питної якості;
- необхідною умовою для безаварійного будівництва свердловин є залучення до обробки БПР нових ефективних, вилучення застарілих та малоефективних змащувальних домішок;
- оптимальний вміст досліджуваних домішок становить від 1,5 до 2,0 %;
- найефективніше знижують коефіцієнт тертя, а також покращують інші технологічні параметри бурових промивальних рідин домішки СБР, Лабрикол;
- дослідження показали, що вітчизняні змащувальні домішки за змащувальною здатністю та універсальністю не поступаються імпортованим аналогам, а в деяких випадках навіть кращі за них;
- на основі вибору оптимальної змащувальної домішки розроблено рецептуру бурової промивальної рідини.

ditive with chemical agents that are applied to treat potassium lignosulfonate drilling fluids.

Effect of application of Labrykol in combination with Lignoksyn (tests 1-3, rows 1-3 in the table, respectively), RV-SM (tests 4-6) and inhibitor salts (tests 10-11) has been found. It is to be noted that in the first and in the second case such combination results in effective improvement of filtration and lubricating parameters; in the second case it is followed by enhancement of its inhibitor performance (colloidal content is decreased from 3.6 % to 1.9 %). Upon treatment of lignosulfonate drilling fluid with Labrykol, the positive result of its combined effect with drilling fluid shall be observed (tests 7-9).

On the basis of laboratory tests, potassium lignosulfonate drilling fluid has been developed, which is recommended for industrial use (Table 3).

Industrial testing of Labrykol lubricating additive have not only proven its high efficiency but also existence of polyfunctional properties. It is easily dispersed in

drilling fluids, compatible with chemical stabilization agents and improves technological properties of drilling fluids. Meanwhile, it should be mentioned that Labrykol surface active lubricating agent which is produced in Ukraine has significant advantages in comparison with its known foreign counterparts.

Considering the above, the following conclusions can be made:

- optimal concentration and quantity of Labrykol has been selected and recommended for application as a lubricating additive for drilling fluids. It has been suggested to limit use of crude oil in upper layers in the course of drinking water-bearing formations development;
- to guarantee trouble-free wells construction, drilling fluids need to be treated with the new and efficient lubricating additives, obsolete and low-efficient additives to be excluded;
- optimal concentration of additives under investigation is 1.5-2.0 %;
- such additives as SBR and Labrykol are the most efficient in terms of the friction coefficient decrease and improvement of other technological parameters;
- the investigation has shown the domestic lubricating additives to match its foreign counterparts and in some cases to even rank over them as to lubricating properties and serving multiple purposes;
- on the basis of lubricating additive selection, drilling fluid formulation has been developed.

Список використаних джерел/ References

1. **Хімічні** реагенти та матеріали для бурових промивальних рідин: СОУ 09.1-00135390-135:2012. – К.: ПАТ «Укрнафта», 2012. – 35 с.
2. **Кистер Е. Г.** Химическая обработка буровых растворов / Е.Г. Кистер. – М.: Недра, 1972. – 392 с.
3. **Литвинець А.Б.** Вплив поверхнево-активних речовин на змащувальні властивості промивних рідин // Нафт. і газова пром-сть. – 2006. – № 5. – С. 27–29.
4. **Литвинець А.Б.** Використання малорозчинних ПАР при створенні композицій для ліквідації прихоплень труб / А.Б. Литвинець, А.М. Андрусак // 8-ма Міжнар. наук.-практ. конф. «Нафта і газ України 2004»: 36. доп. – К., 2004. – Т. 1. – С. 164–165.
5. **Махоров В.А.** Новые смазочные добавки для буровых растворов / В.А. Махоров, Ф.А. Каменщиков // Бурение и нефть. – 2003. – № 2. – С. 15–17.
6. **Контроль** параметрів бурових промивальних рідин: СОУ 11.2-00135390-096:2009. – К.: ПАТ «Укрнафта», 2009. – 100 с.

Автори статті

**Магун Михайло Ярославович**

Провідний інженер відділу техніки, технології буріння та кріплення свердловин НДПІ ПАТ «Укрнафта». Закінчив ІФНТУНГ за спеціальністю буріння, Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника та аспірантуру цього ж університету за спеціальністю хімія ВМС. Наукові інтереси пов'язані з удосконаленням рецептур та створенням нових систем бурових промивальних рідин.

**Зіньков Руслан Володимирович**

Інженер I категорії відділу бурових розчинів і технологічних рідин НДПІ ПАТ «Укрнафта». Закінчив ІФНТУНГ за спеціальністю буріння. Наукові інтереси пов'язані з розробкою та удосконаленням інгібованих промивальних рідин.

Гурський Сергій Анатолійович

Начальник групи відділу бурових розчинів і технологічних рідин НДПІ ПАТ «Укрнафта». Закінчив ІФНГ за спеціальністю буріння. Наукові інтереси пов'язані з розробкою бурових промивальних рідин та тестуванням новітніх хімічних реагентів та матеріалів.

**Верста Оксана Михайлівна**

Канд. хім. наук, доцент Прикарпатського університету ім. Василя Стефаника. Закінчила Національний університет «Львівська політехніка». Наукові інтереси пов'язані з нафтохімією та хімією гетеросистем.



НОВИНИ

Новий термінал ЗПГ у Фінляндії

Компанія Wartsila ще на початку 2014 р. повідомила про наміри побудувати термінал зрідженого природного газу (ЗПГ) поблизу порту Торрніо для забезпечення цим паливом північної частини Фінляндії.

Компанія починає будівництво на майданчику неподалік порту Торрніо на початку 2015 р. Вартість проекту оцінюється у 122,8 млн дол. США. Термінал включає вивантаження танкерів, зберігання і регазифікаційне обладнання для ЗПГ. Потужності щодо зберігання ЗПГ становитимуть 50 тис. м³.

Одним із головних користувачів імпортованого природного газу буде розташований неподалік сталеплавильний завод. Передбачається побудувати газопровід до промислового району, де розміщено завод. Додатковими потенційними користувачами газу будуть шахти, заводи та інші промислові споживачі північної Фінляндії і Швеції. Термінал будуть використовувати як склад, а також для кораблів, які працюють на газовому паливі. ЗПГ замінить нафтопродукти та інші палива, що дасть значний екологічний ефект.

За матеріалами сайту <http://www.lngworldnews.com/bremen-gets-eu-funding-for-lng-terminal/>

Норвегія забезпечує понад 20 % потреб ЄС у газі

Норвегія є третім після Росії і Катару найбільшим у світі експортером природного газу. У 2013 р. вона забезпечила 21 % від загального споживання газу в ЄС. Норвезький газ транспортується до інших європейських країн в основному через розвинену систему експортних газопроводів, невелика частина подається танкерами у вигляді ЗПГ. Найбільшими імпортерами норвезького газу в 2013 р. були Великобританія, Німеччина, Франція, Нідерланди і Бельгія.

За оцінкою Energy Information Administration (EIA), в Норвегії у 2013 р. видобуто 112,4 млрд м³ газу, що на 5,1 млрд м³ менше, ніж у 2012 р. Обсяг експорту норвезького газу дорівнював 107,6 млрд м³, або 96 % від його видобутку.

Близько 60 % норвезького газу отримано з чотирьох родовищ: гігантського Troll (28,3 млрд м³, або 27 % від загального видобутку) і трьох таких великих, як Ormen Lange (21,0 млрд м³), Asgard (9,0 млрд м³) і Kvitbjorn (6,0 млрд м³).

Pipe & Gas Journal/August 2014/p. 57