

УДК 622.244.442

ПРОМИВАЛЬНА РІДИНА ДЛЯ ПЕРВИННОГО РОЗКРИТТЯ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ НА РОДОВИЩАХ, РОЗТАШОВАНИХ В РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОНАХ

Я. С. Коцкулич¹, Б. А. Тершак¹, Є. Я. Коцкулич²

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

²Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ «Укрнафта»
76019, м. Івано-Франківськ, Північний бульвар, 2

Розроблено компонентний склад промивальної рідини із вмістом рицинової оливи в якості вуглеводневої фази замість нафти. Приведено результати досліджень технологічних властивостей промивальної рідини з використанням розроблених екологічно безпечних хімічних реагентів органоколоїда «Премікс О» і піногасника «Премікс Д».

Ключові слова: рицинова олія, промивальна рідина, хімічні реагенти.

Характерною особливістю нафтових і газових родовищ України є значна виснаженість основних запасів нафти і газу та розташування багатьох з них в рекреаційних зонах. Так, наприклад, майже 40% родовищ Бориславського нафтопромислового району (БНПР) територіально знаходяться в санаторно-курортних (Східницьке, Верхньо-Масловецьке та інші) і водозабірних (Старо-Самбірське, Стинавське) зонах (рис. 1).



Рис. 1. Схема розташування рекреаційних зон на родовищах Бориславського НПР

Спорудження свердловин з використанням промивальних рідин, до компонентного складу яких входять вуглеводні нафтового походження, заборонено Законами України [1, 2]. Тому подальший розвиток бурових робіт в рекреаційних зонах можливий лише за умови розроблення сучасних бурових промивальних рідин (БПР), які відповідають особливостям застосування.

Складність гірничо-геологічних умов залягання продуктивних пластів (аномально низькі пластові тиски, низька проникність порід-колекторів та наявність в них материнських глин) родовищ БНПР та особливості географічного розташування вимагають розроблення високоякісних та екологічно безпечних промивальних рідин для первинного розкриття продуктивних пластів, що підвищує актуальність проблем [3].

Враховуючи вимоги до промивальних рідин щодо застосування в рекреаційних зонах, як альтернативними нафті нами випробувано можливість застосування замість нафти продуктів рослинного походження, зокрема ріпакової та рицинової оливи, а також продуктів виробництва соняшникової оливи.

Властивості оливи рослинного походження визначаються, передусім, складом і вмістом жирних кислот. Зазвичай, це насичені і ненасичені (з одним, двома, трьома подвійними зв'язками) одноосновні жирні кислоти з нерозгалуженими ланцюгами. Залежно від вмісту ненасичених жирних кислот змінюється консистенція і температура застигання.

Переваги вуглеводневих сполук рослинного походження порівняно із нафтою полягають у тому, що вони характеризуються більш стабільними значеннями фізико-хімічних характеристик.

Як видно з табл. 1 оливи рослинного походження більшою мірою різняться між собою значенням йодного числа, тобто кількістю ненасичених сполук.

Таблиця 1. Характеристики рослинних оливи

Олива	Густина при 15°C, кг/м ³	Коефіцієнт рефракції при 20°C	Число омилення	Йодне число
Ріпакова	917-918	1,48	171-180	95-103
Рицинова	950-974	1,46	176-187	81-90
Соняшникова	920-927	1,47	185-194	119-144

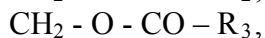
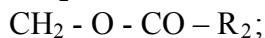
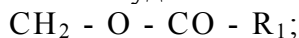
Хімічні властивості рослинних оливи пов'язані з реакційною здатністю тригліцеридів, які здатні розкладатися з утворенням гліцерину і жирних кислот, особливо при підвищених температурах і тисках. Тригліцериди омилюються лугами.

Рицинова олива належить до продуктів біологічно і екологічно безпечних. В її складі переважає вміст складних ефірів жирних кислот (R-O-R), які забезпечують їх ефективність в аеробних і анаеробних

умовах, що свідчить про сумісність з оточуючим середовищем. Рицинова, як і ріпакова, оливи характеризуються антиоксидантними і антиспінюючими властивостями, вогнестійкістю і пожегобезпечністю.

Оливи рицинові вилучають із рослинної сировини, що на 95-97% складається із тригліцеридів – органічних сполук складних ефірів гліцерину і жирних кислот. До складу оливок можуть входити воски, фосфати, вільні жирні кислоти, ліпохроми, токофероли та інші речовини.

Загальна будова вказаних оливок відповідає такій структурі:



де R – радикали жирних кислот.

В табл. 2 наведено результати виконаних нами досліджень властивостей МЕПР з концентраціями бентонітового глинопорошку від 2 до 7% та з використанням однакової кількості (5%) різних за природою вуглеводнів (нафта, рицинова олива, продукти виготовлення соняшникової оливи). Як бачимо структурно-реологічні, фільтраційні і мастильні властивості МЕПР з різними вуглеводневими фазами за значеннями показників є співмірними. Із збільшенням вмісту бентоніту в глинистій суспензії, на базі якої отримували МЕПР, підвищуються значення структурно-реологічних параметрів.

Встановлено, що малоглинисті емульсійні промивальні рідини (з альтернативними нафті вуглеводневими продуктами) вирізняються високим значенням коефіцієнта коагуляційного структуроутворення (τ/η). Зокрема значення τ/η для 5%-ої глинистої суспензії з рициновою оливою становить 3,3, а з нафтою і соняшниковою оливою 2,6 та 1,6 відповідно. Показник фільтрації МЕПР з рициновою оливою найнижчий (4,5 см³/30 хв), в той час як з нафтою і соняшниковою оливою цей показник становив 5,0 і 5,5 см³/30 хв, відповідно за однакових концентрацій компонентів.

Дослідження структурно-реологічних характеристик МЕПР з різними вуглеводневою фазою зі зміною температури показали, що значення пластичної в'язкості промивальних рідин з 5%-им вмістом нафти, рицинової та соняшникової оливи підвищуються із збільшенням вмісту глинистої фази в МЕПР, а з підвищенням температури знижуються, що характерно для всіх типів псевдопластичних рідин. Показовим є те, що для МЕПР спостерігається тенденція до стабільності і/або підвищення значень динамічного напруження зсуву, що є також свідченням збереження коагуляційних характеристик структуроутворення ($\tau/\eta > 1$) і проявлення псевдопластичних властивостей МЕПР. Зокрема, за температури 80°C коефіцієнт коагуляційного структуроутворення МЕПР з рициновою оливою становив 9,6, а з нафтою і соняшниковою оливою – 7,3 та 6,0 відповідно.

З результатів дослідження видно, що МЕПР із вмістом рицинової оливи характеризується найкращими антифільтраційними і структурно-реологічними властивостями.

Таблиця 2. Властивості МЕПР з різними за походженням вуглеводнями

Номер дослідження	Досліджувана рідина (МЕПР)		Показники							
	глиниста фаза, %	вуглеводнева фаза	умовна в'язкість, с	густина, кг/м ³	СНЗ _{1/10} , дПа	пластична в'язкість, мПа·с	динамічне напруження зсуву, дПа	показник фільтрації за 30 хв, см ³	товщина фільтраційної кірки, мм	коефіцієнт тертя кірки
1	2,0	нафта	24	1020	1/1	9	3	9	0,5	0,15
2	3,0	нафта	28	1030	1/36	12	13	9	0,5	0,07
3	4,0	нафта	40	1040	18/54	17	25	5,5	0,5	0,052
4	5,0	нафта	52	1040	28/70	18	49	5	0,5	0,048
5	7,0	нафта	116	1050	137/186	22	71	5,5	1	0,035
6	2,0	олива рицинова	28	1020	3/4	13	10	9	0,5	0,19
7	3,0	олива рицинова	34	1025	10/41	14	38	7,5	0,5	0,123
8	4,0	олива рицинова	44	1030	18/54	16	58	5,5	1	0,052
9	5,0	олива рицинова	46	1040	32/67	19	67	4,5	1	0,035
10	7,0	олива рицинова	156	1050	143/204	22	73	5,5	1	0,035
11	2,0	олива соняшникова	30	1020	1/5	13	6	8,5	0,5	0,136
12	3,0	олива соняшникова	36	1025	17/59	14	11	6	0,5	0,039
13	4,0	олива соняшникова	56	1040	47/104	16	23	5,5	0,5	0,035
14	5,0	олива соняшникова	72	1050	117/178	19	31	5,5	0,5	0,035
15	7,0	олива соняшникова	232	1060	184/234	21	49	4	1	0,035

Рицинова олива містить 3-9% олеїнової кислоти, 3-5% лінолевої кислоти і не менше 80% рицинової кислоти. Це забезпечує підвищену кінематичну в'язкість (при 50°C > 110 · 10⁶ м²/с) і густину (при 15 °C – в межах 950-974 кг/м³). Як суміш складних ефірів і жирних кислот вона містить, головним чином, рицино-олеїнову C₁₂H₃₂(OH)COOH і діоксистеаринову C₁₂H₃₃(OH)₂COOH кислоти.

Важливою властивістю рицинової оливи є здатність змішуватися у будь-яких співвідношеннях з більшістю органічних розчинників (бензол, гексан, дихлоретан та ін.), що пов'язано з її невеликою полярністю, вона добре розчиняється у спиртах. Діелектрична проникність рицинової оливи, порівняно з іншими oliвами рослинного походження найвища і складає 4,7 (проти 3,0-3,2 для інших). До переваг рицинової оливи слід віднести вогнестійкість і пожежобезпечність, крім того вона володіє антиспінуючими і антиоксидантними властивостями.

Означені властивості рицинової оливи стабільні, що зумовило її вибір та дослідження у створенні екологічно безпечної емульсійної промивальної рідини. Таку МЕРП слід розглядати як пряму емульсію, в якій рицинова олива має виконувати роль вуглеводневої фази.

В основу розроблення рецептури МЕРП із вмістом рицинової оливи нами покладені наукові засади праць Клейтона, Абрамзона [4, 5]. Особливу увагу акцентовано на виборі ПАВ-емульгаторів. Нами встановлено, що жиринокс виявився ефективним як у разі використання в якості вуглеводневої фази нафти, так і у разі використання рицинової оливи. Тому в подальшому удосконалювалися способи введення жириноксу в систему МЕРП.

Результати досліджень технологічних властивостей промивальних рідин залежно від вмісту рицинової оливи показали, що вони відповідають вимогам до промивальних рідин для первинного розкриття продуктивних пластів на родовищах, які розташовані в рекреаційних зонах. Із збільшенням вмісту рицинової оливи від 1 до 10% стабільність структурно-реологічних параметрів МЕРП зберігається. З додаванням до МЕРП рицинової оливи покращується її тиксотропність, коагуляційна стабільність, коефіцієнт тертя фільтраційної кірки та інші характеристики, а пластична в'язкість, динамічне напруження зсуву і показник фільтрації знижуються і за концентрації 5% рицинової оливи він досягає найменшого значення ($4,5 \text{ см}^3/30\text{хв.}$).

Порівняльні дослідження структурно-реологічних характеристик базової МЕРП з вмістом в якості вуглеводневої фази нафти (5%) і рицинової оливи (5%) за програмою Reotest 2.1 показали, що зі зміною швидкості зсуву рідини зміна пластичної в'язкості і динамічного напруження зсуву для обох рідин практично однакова.

На рис. 2 і 3 зображено залежності пластичної в'язкості і динамічного напруження зсуву від швидкості зсуву, з яких можна зробити висновок, що промивальна рідина, як з вмістом нафти, так і рицинової оливи, є неньютонівська і володіє псевдопластичною в'язкістю. При низькій швидкості зсуву показник пластичної в'язкості МЕРП з вмістом рицинової оливи на 30% вищий у порівнянні з промивальною рідиною з вмістом нафти.

Результати дослідження впливу вмісту обов'язкової добавки (крейди) на параметри МЕРП з рициновою оливою показали, що при збільшенні вмісту крейди в промивальній рідині від 5 до 50%, густина її збільшувалась від 1050 до 1310 кг/м^3 . При цьому умовна в'язкість МЕРП знижується, відповідно, від 84 до 56 с, а величина статичного напруження зсуву з 36/63 до 5/19 дПа . Знижується також і величина динамічного напруження зсуву з 65 до 36 дПа , в той же час величина пластичної в'язкості збільшується з 21 до 31 $\text{мПа}\cdot\text{с}$. Показник фільтрації знизився з 4,5 до 3,5 $\text{см}^3/30 \text{ хв}$ при товщині фільтраційної кірки 0,5 мм.

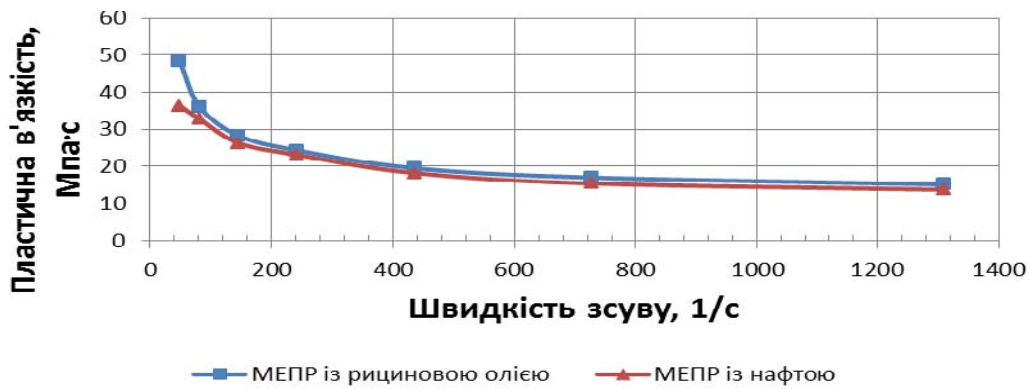


Рис. 2. Залежність пластичної в'язкості від швидкості зсуву

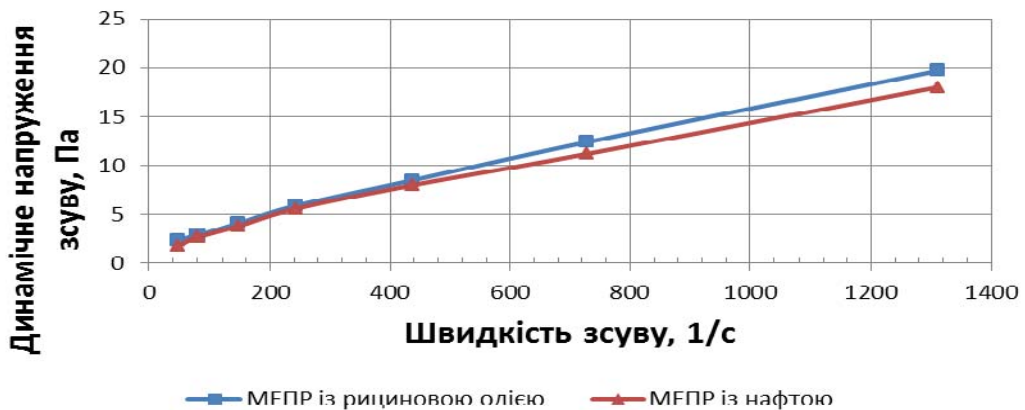


Рис. 3. Залежність динамічного напруження від швидкості зсуву

Після зберігання обважненої МЕРП у стані спокою протягом 6 діб седиментації крейди не відбувалося. В результаті термостатування МЕРП за температури 80°C протягом 7 год. параметри промивальної рідини залишалися стабільними за незначного підвищення структурно-реологічних властивостей та показника фільтрації (з 3,5 до 4,0 см³/30 хв).

Таким чином, одержані результати дослідження з регулювання густини МЕРП з ріциновою оливою підтвердили, що при використанні крейди в якості обважнювача параметри промивальної рідини відповідають проектним значенням.

Для створення екологічно безпечної МЕРП з вуглеводневою фазою рослинного походження виникла потреба у розробленні ефективних хімічних реагентів, зокрема органоколоїда та піногасника, до яких входять компоненти рослинного походження. В якості альтернативи нафтовмісному органічному інгібітору асфасолу було використано розроблений нами органоколоїд "Премікс О", а замість пентакса – піногасник "Премікс D".

Органоколоїд “Премікс О” – дрібнозерниста композиційна суміш технічного вуглецю та добавок рослинного походження, який представляє собою однорідну речовину від темно-сірого до чорного кольору. Функціональне призначення реагента – зменшення показників фільтрації, регулювання структурно-реологічних та інгібуючих властивостей бурових промивальних рідин. Показник фільтрації 10%-ої водної суспензії “Премікс О” не перевищує 6 см³/30 хв, концентрація іонів водню в 1%-ому водному розчині змінюється від 6,5 до 9,5.

В табл. 3 наведено результати порівняльних досліджень параметрів промивальної рідини без добавки органоколоїдів та з добавкою 3% асфасолу і 3% “Премікс О”, з яких видно, що значення умовної в'язкості, показника фільтрації, статичного і динамічного напруження зсуву промивальної рідини із 3%-им вмістом “Премікс О” нижчі, ніж із 3%-им вмістом асфасолу, що слід вважати позитивним. Інші ж параметри промивальних рідин співставимі.

Таблиця 3. Параметри МЕРП з рициновою оливою і вмістом “Премікс О” та асфасолу

Параметри промивальної рідини	Розмірність	Вихідна рідина	Вихідна рідина + 3% асфасолу	Вихідна рідина + 3% “Премікс О”
Густина	кг/м ³	1040	1040	1040
Умовна в'язкість	с	46	64	42
Статичне напруження зсуву за 1 і 10 хв	∂Па	32/67	42/71	31/56
Показник фільтрації	см ³ /30хв	4,5	5,0	4,5
Товщина фільтраційної кірки	мм	0,5	0,5	0,5
Водневий показник	–	9,66	8,67	9,55
Пластична в'язкість	мПа·с	21,0	27,0	22,0
Динамічне напруження зсуву	∂Па	67,0	72	57
Вторинна фільтрація	см ³	1,5	1,0	1,0
Вміст колоїдної фази	%	2,31	2,24	2,31

Піногасник “Премікс D” – суміш поверхнево-активних речовин, багатоатомних та одноатомних спиртів, алкоголятів і призначений для запобігання або ліквідації піноутворення бурових промивальних рідин. За зовнішнім виглядом це однорідна рідина темно-коричневого кольору без механічних домішок.

Густина при 20°C – 950-1100 кг/м³, умовна в'язкість – 24-36 с, концентрація іонів водню – 8,0-10,0.

Дослідження ефективності піногасника “Премікс D” проведено згідно з загальноприйнятою методикою [6]. Під час дослідження в якості піноутворювача використовували водний розчин реагента РВ-СМ

5%-ої концентрації у прісній та мінералізованій воді (5% KCl + 2% CaSO₄). Для оцінки ефективності піногасника “Премікс D” проведено аналіз показників зниження спінення водного розчину з використанням піногасників Пентакс та “Премікс D”.

Піногасник Пентакс – це універсальний рідкий піногасник, призначений для запобігання або ліквідації піноутворення промивальних рідин, що використовуються при бурінні свердловин на нафту і газ. При застосуванні піногасника Пентакс слід дотримуватись інструкцій і правил безпеки в нафтогазовидобувній промисловості України.

В табл. 4 наведені результати порівняльного дослідження впливу “Премікс D” і Пентакса на зниження показника спінення водного розчину РВ-СМ 5%-ої концентрації. Дослідження проведені з використанням прісної і мінералізованої води.

Таблиця 4. Вплив піногасників на зниження показників спінення водного розчину РВ-СМ 5%-ої концентрації

№ аналізу	Концентрація піногасника, %	Показник зниження спінення, %			
		Пентакс	"Премікс D", № проби		
			№1	№2	№3
Вода + 5 % РВ-СМ					
1	0,05	100	95,00	98	98
2	0,1	100	98,00	100	98
3	0,3	100	100	100	98
Вода + 5 % РВ-СМ + 5%KCl + 2 % CaSO ₄					
4	0,05	95	95,00	96	98
5	0,1	100	97,87	98	98
6	0,3	100	100	99	100

Як бачимо з табл. 4, Пентакс забезпечує зниження показника спінення водного розчину РВ-СМ 5% концентрації при вмісті піногасника від 0,05 до 0,3% на 100% у разі використання прісної води і мінералізованої при вмісті піногасника 0,1 і 0,3% і 95% при концентрації 0,05%. Ефективність піногасника “Премікс D” за таких же концентрацій дещо нижча і знаходиться в межах 95-100 з використанням як прісної, так і мінералізованої води.

Результатами експериментальних досліджень підтверджено, що до компонентного складу МЕПР з рициновою оливою доцільно додавати ораноколоїд “Премікс О” замість асфасолу та піногасник “Премікс D” замість Пентаксу, які забезпечують високі технологічні параметри промивальної рідини та підвищення екологічної безпеки використання МЕПР під час спорудження свердловин, розташованих в рекреаційних зонах.

Для оцінки кольматуючої здатності МЕПР з використанням рицинової оливи залежно від геометричних розмірів порових каналів нами

були підготовлені керни з проникністю від 2,5 до $137,4 \cdot 10^{-3}$ мкм² і пористістю від 11,0 до 18% відповідно.

Після прокачування МЕПР з вмістом рицинової оливи через керни встановлено, що для низькопроникних колекторів (2,5 та $7,0 \cdot 10^{-3}$ мкм²) початкові значення коефіцієнту відновлення проникності становили 0,475 та 0,57 відповідно, що свідчить про створення екрануючого бар'єру фільтрації на торці керна, оскільки після зрізу торця керна на 1 мм значення коефіцієнтів відновлення проникності збільшились майже до 1,0. Характерно, що для кернів з більшою проникністю (56,8 і $137,4 \cdot 10^{-3}$ мкм²) спостерігалось майже повне відновлення проникності (до 1,0) без зрізу торця керна.

Отримані результати досліджень є підтвердженням високих відновлювальних властивостей розробленої системи малоглинистої емульсійної промивальної рідини з вмістом рицинової оливи в широкому діапазоні зміни проникності кернів.

З метою підтвердження ефективності і розширення сфери застосування технологічних рідин з рициновою оливою нами здійснена постановка і виконання досліджень з екотоксичності і біодеструкції МЕПР. Для порівняння досліджено взірці МЕПР з вмістом рицинової оливи та МЕПР з вмістом нафти. Аналіз біодеструкції проведено у двох варіантах: за присутності автохтонної мікрофлори та із додаванням препарату мікроорганізмів-деструкторів нафти. У стерильні колби з вмістом 100 мл середовища Шишкіної-Троценко вносили по 2 г зразків досліджуваних бурових промивальних рідин, проби інкубували при 220 об/хв (на ротатійній качалці) впродовж 7 діб при температурі 30°C для активування автохтонної мікрофлори [7]. Дослідження біодеструкції рідин у колби в стерильних умовах вносили додатково по 10 мл препарату мікроорганізмів-деструкторів нафти.

Аналіз залишкових нафтопродуктів після біодеструкції проводили гравіметричним методом [8]. Пробу культуральної рідини після проведення процесу біодеструкції екстрагували тетрахлоретаном у апараті Сокслета. Отриманий екстракт очищали від полярних сполук на хроматографічній колонці з оксидом алюмінію. Розчинник випаровували під вакуумом і гравіметричним методом визначали концентрацію нафтопродуктів.

Надалі здійснювали кількісний облік мікроорганізмів. Для аналізу кількості мікроорганізмів застосовували метод послідовних розведень за Пастером [9]. Для цього в стерильних умовах 1 мл культуральної рідини послідовно вносили при розмішуванні в колбу з вмістом 100 мл стерильної водопровідної води. Потім 1мл проби вносили у пробірку з 9 мл води і добре розмішуючи отримували розведення 1:1000 наступним чином. З першої пробірки переносили 1 мл суміші в другу, із другої – в третю і т.д. Таким чином отримували послідовні розведення. З

кожної пробірки на поверхню однієї чашки Петрі, яка містила 20 мл поживного агаризованого середовища Шишкіної-Троценко з 1% вазелінової оливи, вносили по 0,1 мл суспензії і ретельно розтирали шпателем. Чашки Петрі ставили у термостат при температурі 30°C на 5 діб і підраховували кількість колоній, зважаючи на розведення.

Результати досліджень показали, що біодеструкція промивальних рідин обох типів ефективніше проходить у присутності автохтонної мікрофлори. Причому рідини на основі рицинової оливи розкладаються значно ефективніше (0,3%), ніж з нафтою (2%).

Проведено також дослідження фітотоксичності (екотоксичності) дослідних зразків, яка є показником їх впливу на довкілля. Фітотоксичність досліджували на стандартному тест-об'єкті редису посівному (*Raphanus sativus* var. *radicula* Pers) [10].

Пророщування насіння проводили на чашках Петрі в середовищах із досліджуваними продуктами за відповідних концентрацій при температурі 23-25°C впродовж 7 діб. На 3 добу оцінювали схожість насіння, а на 7 добу – морфометричні показники проростків.

Результати досліджень свідчать, що МЕПР з рициновою оливою (за всіх досліджених концентрацій), практично не виявляв фітотоксичної дії на використаний в експерименті тест-об'єкт.

Висновки

1. Результати досліджень дають підставу вважати, що застосування оливої рослинного походження, зокрема рицинової оливи, запропонованої нами як альтернативну нафті вуглеводневу фазу у складі малоглинистої емульсійної промивальної рідини, є ефективним рішенням у пошуках шляхів підвищення екологічної безпеки технологічних рідин, що застосовуються у нафтогазовидобуванні. Це розширює перспективи використання розробки нафтогазових родовищ в рекреаційних зонах, де підвищення вимог до екологічної безпечності технологічних рідин особливо актуальне.

2. Використання промивальної емульсійної рідини з вмістом вуглеводневої фази рослинного походження забезпечує можливість спорудження свердловин, розташованих в рекреаційних зонах.

Література

1. Закон України “Про природно-заповідний фонд України” від 16.06.1992, №2456 – XII (поточна редакція від 26.04.2014).
2. Закон України “Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів” Постанова Кабінету Міністрів від 18.12.1998 №2024 (поточна редакція від 19.10.2012).
3. Коцкулич Є.Я. Особливості первинного розкриття продуктивних пластів на родовищах Бориславського нафтопромислового району / Є.Я. Коцкулич // Породоразрушающий и металлообрабатывающий

- инструмент – техника и технология его изготовления и применения. Сб. научн. тр., вып.17. – К., 2014. – С. 41-46.
4. Клейтон В. Эмульсии, их теория и техническое применение / В. Клейтон. – М.: Изд-во иностр. Литературы, 1950. – С. 208.
 5. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества, свойства и применение / А.А. Абрамзон. – Л.: Химия, 1981. – С. 230-265.
 6. Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 30.12.2014 р. Затв. Заст. гол. Держ. Санітарного лікаря України С.В. Протас. – М.:К. – С.37.
 7. Шишкина В.Н. Свойства нового штампа *Nuphromicrobium*, использующего одноуглеродные соединения / В.Н. Шишкина, Ю.А. Троценко // Микробиология. – 1974. – Т. 5. – С. 765-770
 8. РД 52.18.647-2003. Методические указания. Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом.
 9. Сеги Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сеги. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
 10. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів / М. Бешлей, С.В. Бешлей, В.І. Баранов, О.І. Терек // Вісн. Харк. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біологія. – 2014. – Вип.1(31). – С. 97-102.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 12.02.2017 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., професором Чудиком І.І.,
д.т.н., професором Куницяком Я.В. (м. Київ)*

WASHING LIQUID FOR PERVINNOGO OPENING OF PRODUCTIVE LAYERS ON DEPOSITS LOCATED IN RECREATSIYNIH AREAS

Ya. S. Cotscoulich¹, B. A. Tershac¹, Ye. Ya. Cotscoulich²

¹*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;*

76019, Ivano-Frankivsk, Carpathians str., 15;

²*Research and Project Institute PAS «Ukrnafta»;*

76019, Ivano-Frankivsk, North boulevard, 2

It has been developed a component composition of the drilling fluid containing castor oil as a hydrocarbon phase instead of oil. The results of researches of drilling fluid's technological features using developed ecological friendly chemical reagents of organic colloid "Premix O" and anti-foam agent "Premix D" were listed.

Key words: *castor oil, drilling fluid, chemical reagents.*