

ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ ЗМІШУВАЧІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ БУРОВОГО РОЗЧИНУ

В.С. Білецький, д.т.н., професор

Ю.С. Міщук, асистент

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

Мета. У системах циркуляції бурового розчину використовують різні конструкції механічних мішалок: лопатеві, роторні, кульові та ін. Статичні змішувачі розглядаються як перспективні. Метою цієї роботи є порівняльні дослідження спіральних статичних змішувачів для систем перемішування бурового розчину. Задача – вивчення роботи трьох конструкцій статичного змішувача неньютонівської рідини з параметрами бурового розчину: густина - 1250 кг/м^3 , динамічна в'язкість - $0,02 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

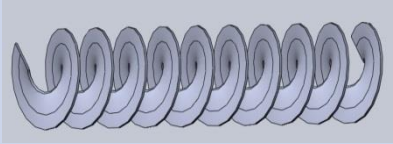
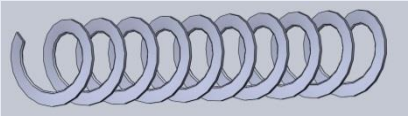
Методи дослідження – застосування модуля SolidWorks Flow Simulation – моделювання течії рідин і газів на основі використання їх типових фізичних моделей.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Наукова новизна полягає в одержанні математичної моделі руху бурового розчину в трубопроводах зі спіральними статичними змішувачами, одержання параметричних полів швидкостей, параметрів турбулентності.

Практична значимість. Отримано 3D моделі статичних змішувачів, пари «труба-змішувач», а також залежності зміни відносно осі труби L (м): швидкостей v (м/с), завихреності n (с^{-1}), інтенсивності турбулентності I (%), масштабу турбулентностей l_m (м), що шляхом компаративного аналізу дозволяє вибрати найбільш раціональну конструкцію статичного змішувача. Побудовано графіки зміни досліджуваних параметрів відносно осі труби. Виконано порівняльний аналіз моделей та кривих. Обґрунтовано раціональну конструкцію спірального статичного змішувача для отримання оптимальних технологічних характеристик перемішування бурового розчину.

Результати. За одержаними даними кращі технологічні характеристики перемішування бурового розчину за швидкістю і завихреністю потоків пульпи забезпечують спіральні змішувачі № 2 і № 3, які рекомендуються для впровадження в системі приготування бурового розчину на ділянці змішування його з реагентами.

Досліджувані об'єкти «трубопровід – статичний змішувач»

Номер досліджу	Опис конструкції	3D-модель змішувача
1	Труба Ø114×9 мм	без змішувача
2	Труба Ø114×9 мм, з додатково встановленим статичним змішувачем № 1	
3	Труба Ø114×9 мм, з додатково встановленим статичним змішувачем № 2 (спіраль І)	
4	Труба Ø114×9 мм, з додатково встановленим статичним змішувачем № 3 (спіраль ІІ)	

Номер
дослід

Модель параметричного дослід

Дослід 1 - Труба $\Phi 14 \times 9$ мм без статичного змішувача

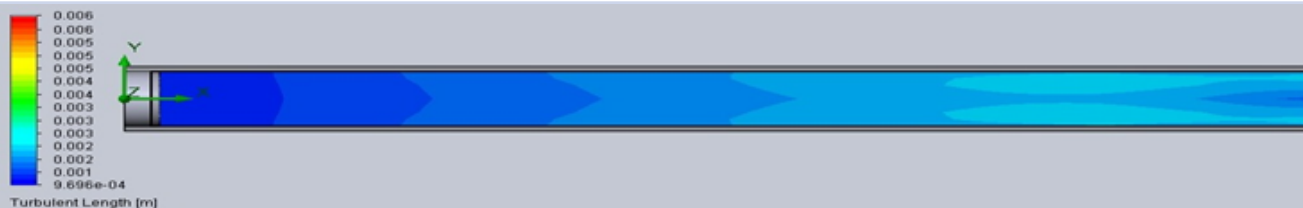
Модель поля
швидкості



Модель поля
завихреності



Модель
інтенсивності
турбулентності



Модель
масштабу
турбулентності



Номер
дослідку

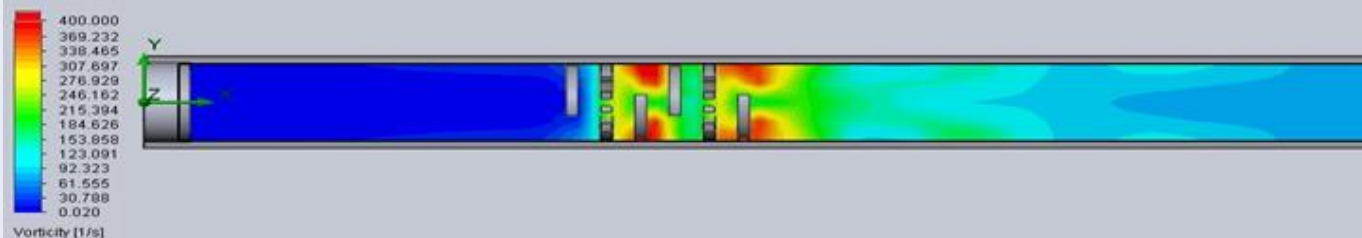
Модель параметричного дослідку

Дослід 2 – Труба $\varnothing 14 \times 9$ мм,
з додатково встановленим статичним змішувачем № 1

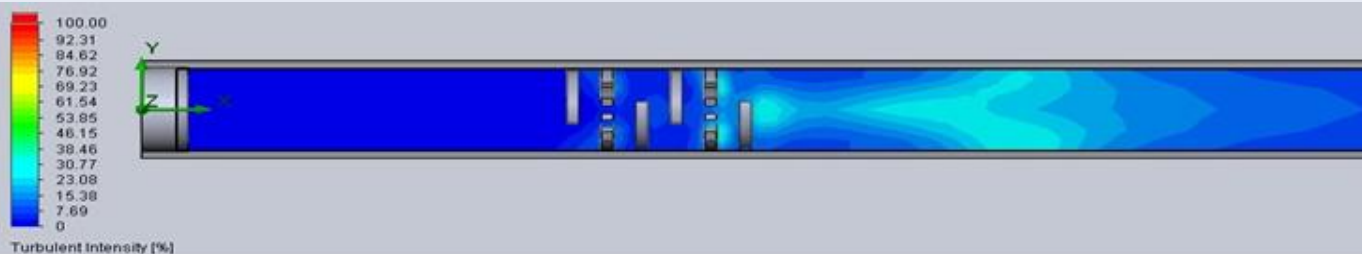
Модель поля
швидкості



Модель поля
завихреності



Модель
інтенсивності
турбулентності



Модель
масштабу
турбулентності

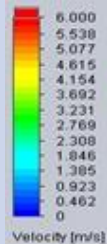


Номер
дослід

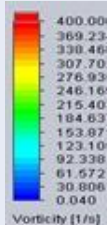
Модель параметричного дослід

Дослід 3- Труба $\varnothing 14 \times 9$ мм,
з додатково встановленим статичним змішувачем № 2

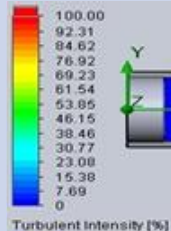
Модель поля
швидкості



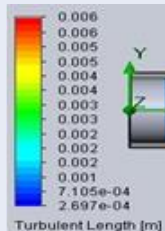
Модель поля
завихреності



Модель
інтенсивності
турбулентності



Модель
масштабу
турбулентності

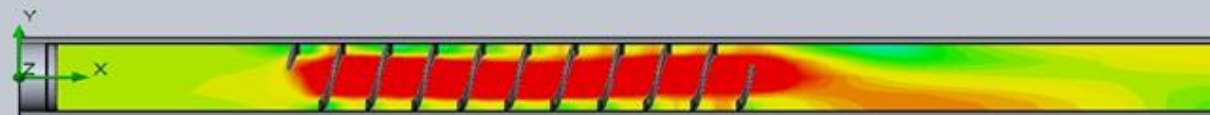
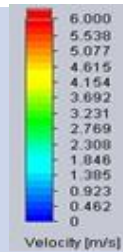


Номер
дослід

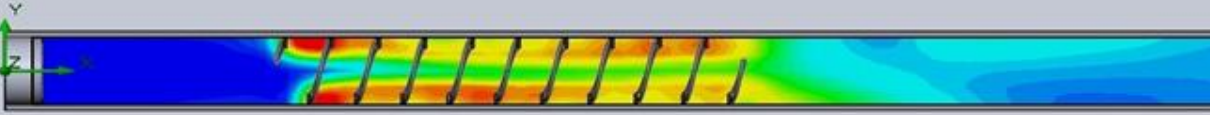
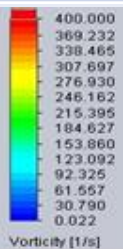
Модель параметричного дослід

Дослід 4 – Труба $\varnothing 14 \times 9$ мм,
з додатково встановленим статичним змішувачем № 3

Модель поля
швидкості



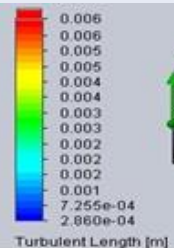
Модель поля
завихреності



Модель
інтенсивності
турбулентності

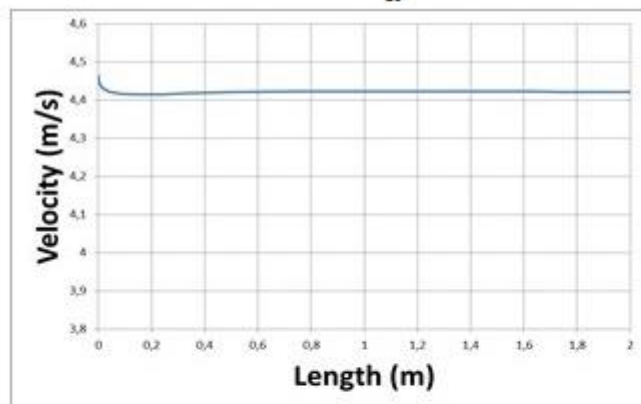


Модель
масштабу
турбулентності

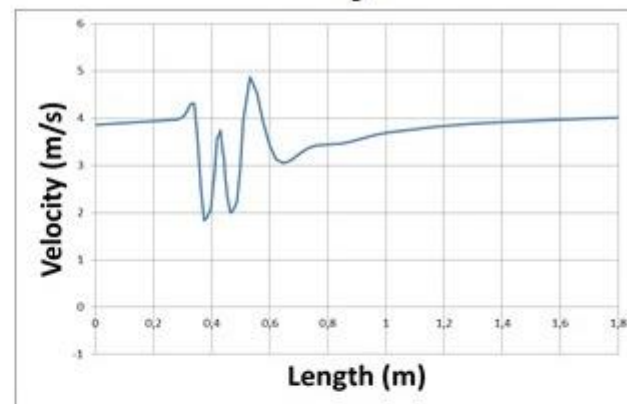


Графіки зміни швидкостей v (м/с) відносно осі труби L (м), (криві $v(L)$):
 a - дослід 1 (труба без статичного змішувача); b - дослід 2 (змішувач № 1);
 $в$ - дослід 3 (змішувач № 2); $г$ - дослід 4 (змішувач № 3)

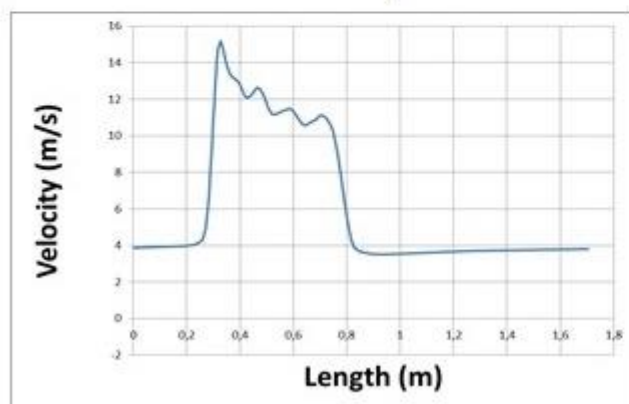
a



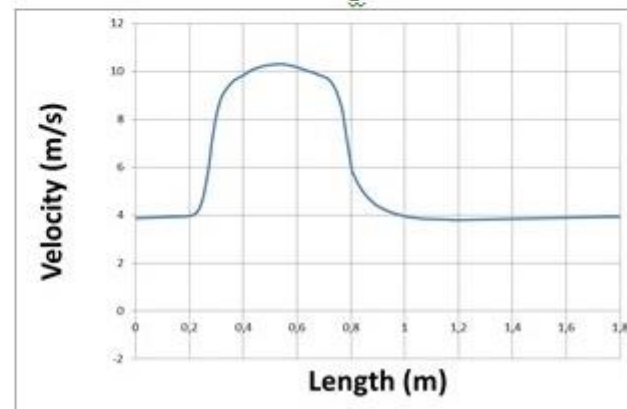
b



$в$

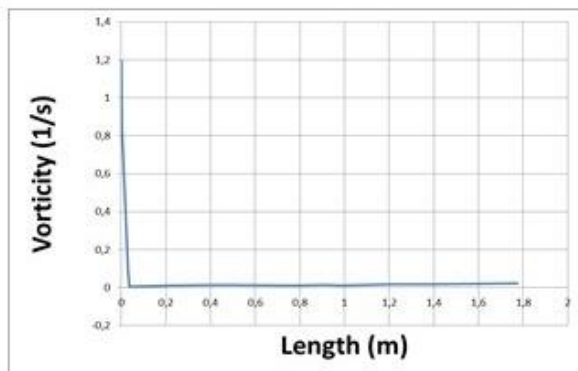


$г$

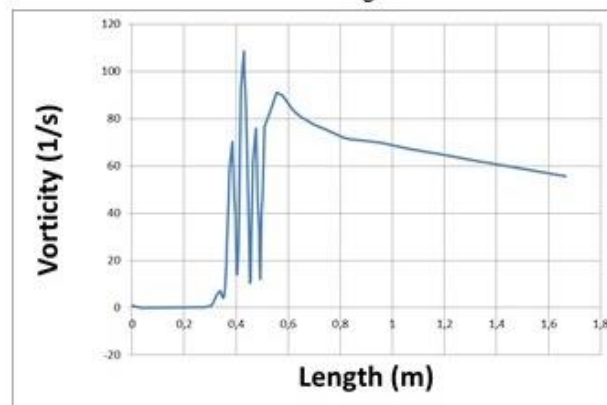


Графіки зміни завихреності n (c^{-1}) відносно осі труби L (м), (криві $n(L)$): *a* - дослід 1 (труба без статичного змішувача); *б* - дослід 2 (змішувач № 1); *в* - дослід 3 (змішувач № 2); *г* - дослід 4 (змішувач № 3)

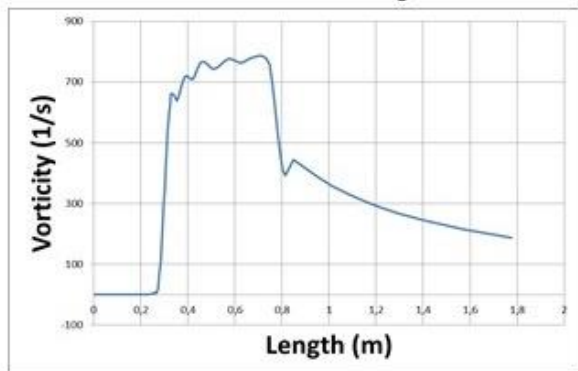
a



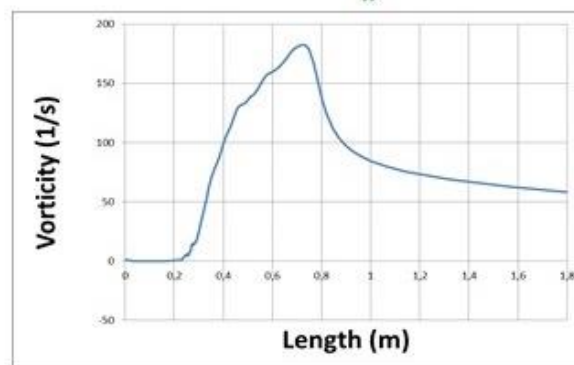
б



в

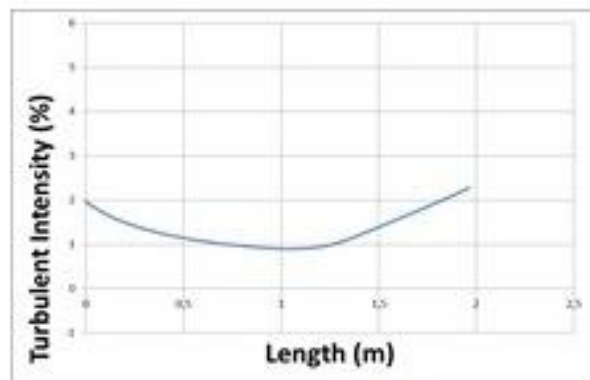


г

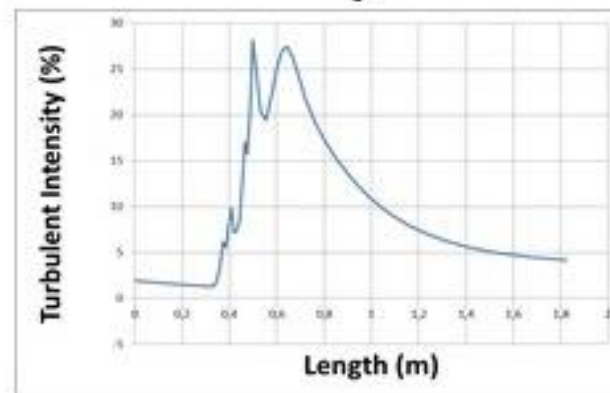


Графіки зміни інтенсивності турбулентності I (%) відносно осі труби L (м),
(криві $I(L)$): *а* - дослід 1 (труба без статичного змішувача); *б* - дослід 2
(змішувач № 1); *в* - дослід 3 (змішувач № 2); *г* - дослід 4 (змішувач № 3)

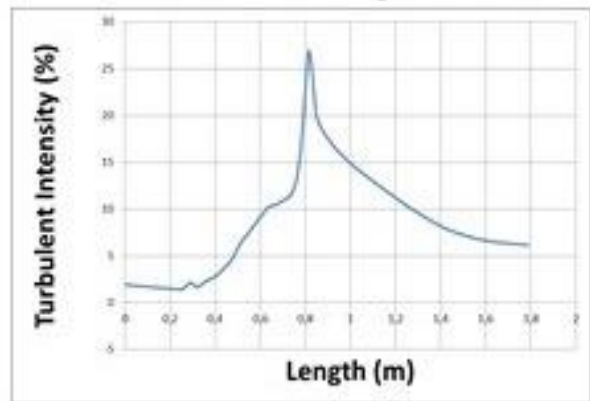
а



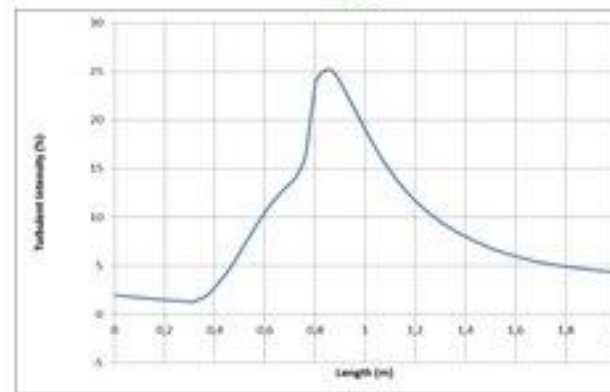
б



в

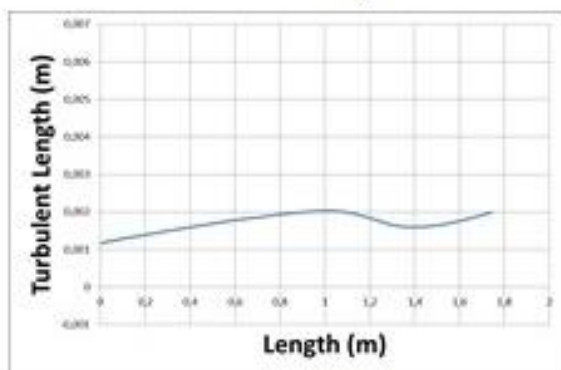


г

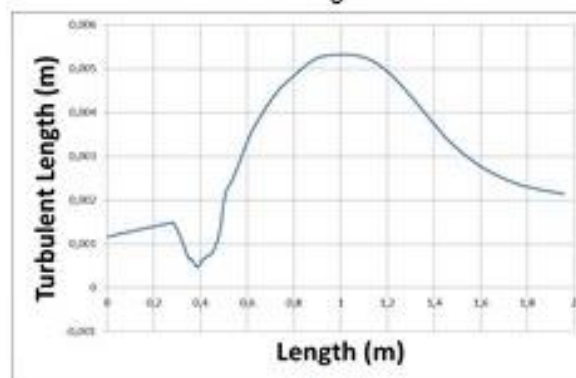


Графіки зміни масштабу турбулентностей l_m (м) відносно осі труби L (м), (криві $l_m(L)$): а - дослід 1 (труба без статичного змішувача); б - дослід 2 (змішувач № 1); в - дослід 3 (змішувач № 2); г - дослід 4 (змішувач № 3)

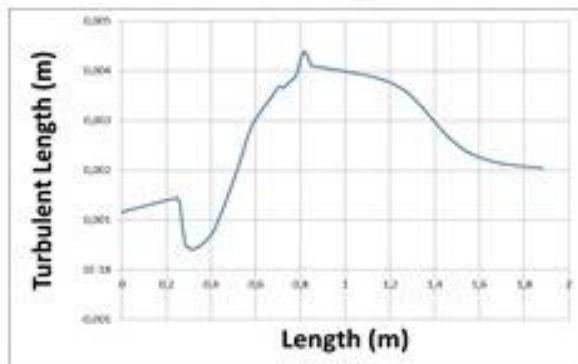
а



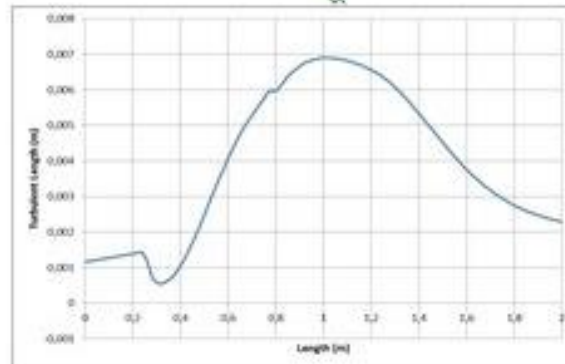
б



в



г



Максимальні та мінімальні значення параметрів

Параметр	Номер досліду	Опис конструкції	max значення	min значення
Швидкість v (м/с)	1	Труба без статичного змішувача	4,43	4,41
	2	зі змішувачем № 1	4,88	1,83
	3	зі змішувачем № 2	15,19	3,53
	4	зі змішувачем № 3	11,198	3,59
Завихреність π , с ⁻¹	1	Труба без статичного змішувача	1,19	0,01
	2	зі змішувачем № 1	108,5	0,01
	3	зі змішувачем № 2	786,5	0,01
	4	зі змішувачем № 3	499,796	0,022
Інтенсивність турбулентност і I (%)	1	Труба без статичного змішувача	2,27	0,89
	2	зі змішувачем № 1	28,13	1,28
	3	зі змішувачем № 2	27,01	1,41
	4	зі змішувачем № 3	25,8	1,08
Масштаб турбулентност ей l_r , м	1	Труба без статичного змішувача	0,0020	0,0011
	2	зі змішувачем № 1	0,0053	0,0005
	3	зі змішувачем № 2	0,0044	0,0004
	4	з змішувачем № 3	0,007	0,0003

Висновки:

- Виконані дослідження роботи трьох конструкцій статичного змішувача неньютонівської рідини з параметрами бурового розчину: густина - 1250 кг/м^3 , динамічна в'язкість – $0,02 \text{ Па}\cdot\text{с}$ із застосуванням модуля Flow Simulation програмного середовища SolidWorks дозволили одержати параметричні поля гідросуміші у робочій зоні труби, яка охоплює власне змішувач і відтинок труби за ним довжиною до 20 діаметрів труби: поле швидкостей гідросуміші v (м/с); поле завихреності n (с^{-1}); поле інтенсивності турбулентності I (%), поле масштабу турбулентностей по довжині шляху перемішування l_m (м).
- За одержаними даними кращі технологічні характеристики перемішування бурового розчину за швидкістю і завихреністю потоків робочої рідини забезпечують спіральні змішувачі № 2 і № 3, які рекомендуються для впровадження в системі приготування бурового розчину на ділянці змішування його з реагентами.

Дякую за увагу!