

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**



***МАТЕРІАЛИ***

***XVIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСТ: ПОСТВОЄННИЙ  
ПЕРІОД»***

***ЧАСТИНА II***

**ХАРКІВ  
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова  
2025**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Матеріали**

***XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
конференції «Сталий розвиток міст:  
поствоєнний період»***

**ЧАСТИНА II**

**ХАРКІВ  
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова**

**2025**

УДК 332.146.2-021.387+6]:378:341.38](06)

М 34

*Редакційна колегія:* Сухонос М.К., д-р техн. наук, проф.; Телюра Н.О., канд. техн. наук, доц.; Планковський С. І., д-р техн. наук, проф.; Куш Є. І., канд. техн. наук, доц.; Плюгін В. Є., д-р техн. наук, проф.; Блажко В. В., канд. техн. наук, доц.; Новожилова М. В., д-р фіз.-мат. наук, проф.; Ромашко О. В., канд. техн. наук, доц.; Гуріна Г. І., д-р техн. наук, проф.; Хворост М.В., д-р техн. наук, проф.; Дульфан Г.Я., канд.фіз.-мат. наук, доц.; Герасименко В.А., канд. техн. наук, ст.викл.

**Матеріали XVIII Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (90-ї науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 2. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. 294 с.**

Розглядаються питання розробки та впровадження технічних засобів експлуатації електротранспорту, електропостачання та освітлення міст, які підвищують їх експлуатаційну надійність.

Представлено широкий спектр досліджень в галузях автоматизації, робототехніки, машинобудування, інформаційних технологій.

Висвітлюються актуальні питання хімії та фізики, розвитку хімічної інженерії, інноваційних досліджень у сфері матеріалознавства та нанотехнологій

УДК 332.146.2-021.387+6]:378:341.38](06)

© Харківський національний  
університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова, 2025

чого є підвищення надійності системи, експлуатаційної ефективності та економії коштів.

Список використаних джерел

1. Global SCADA in Water and Wastewater Management Market Size By Component (Software and Hardware), By End Use Industry (Residential and Industrial), By Geographic Scope and Forecast PUBLISHER: Verified Market Research PUBLISHED: November 29, 2024 PAGES: 202 Pages. – URL: <https://www.giiresearch.com/report/veri1629997-global-scada-water-wastewater-management-market.html> (дата звернення: 25.02.2025).

## **УТВОРЕННЯ ВІДКЛАДЕНЬ ПРИ ТРУБОПРОВІДНОМУ ТРАНСПОРТІ НАФТИ**

***Васильєв К.О.***

Науковий керівник – *Бугрова Т.М., канд. тех. наук, доцент*  
(Національний університет Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка)

Утворення відкладень при трубопровідному транспорті нафти є складним процесом, який пов'язаний з наявністю парафіну, смол та асфальтенів у нафті. Ці компоненти складаються переважно з парафінових вуглеводнів та нафтових вуглеводнів, які можуть утворювати прямі або розгалужені ланцюги, включаючи циклічні чи ароматичні вуглеводні. В залежності від температури і тиску, ці компоненти можуть знаходитися в газоподібній, рідкій чи твердій фазах. Парафін, охолоджуючись, утворює кристали, які діляться на макрокристалічні та мікрокристалічні.

Коли температура сирої нафти знижується нижче температури кристалізації парафіну, починається осадження молекул парафіну. Температура кристалізації визначається як точка, при якій відбувається випадання першого кристала парафіну з рідкої фази. У результаті молекули парафіну починають утворювати впорядковану тверду матрицю, яка захоплює частки нафти та перетворює її на напівтвердий стан, що ускладнює транспортування нафти через трубопроводи та призводить до підвищення втрат тиску.

Процес кристалізації складається з двох основних етапів: нуклеації та зростання. Під час зниження температури молекули нафти уповільнюються, створюючи умови для того, щоб молекули парафіну згруппувалися та утворили ядра. Ядра служать центрами для

подальшого осадження молекул парафіну, що призводить до формування більших і щільніших кристалів.

Зміна тиску зазвичай не впливає на температуру кристалізації парафіну чи кількість відкладень, але у разі значної кількості кристалів або наявності домішок, таких як асфальтени, частинки корозії чи інші тверді мікрооб'єкти, кристали можуть об'єднуватися в більші формування. Коли ці утворення стають нестабільними, вони осідають на стінках трубопроводів у вигляді твердої фази.

Осадження парафіну відбувається через утворення шару твердої фази, який контактує з нафтовою рідиною. Подальший розвиток цього шару можливий завдяки різним фізичним механізмам, таким як дисперсія зсуву, гравітаційне осадження і броунівський рух, а також молекулярна дифузія.

Нафтові парафінові відкладення складаються з нафти, води, смол, піску та асфальтенів, і їхні пропорції залежать від складу конкретної нафти. Процес осадження розпочинається, коли нафта, яка має температуру вище точки кристалізації, стикається з холодною поверхнею трубопроводу. Це призводить до миттєвого випадання компонентів в осад, що має пористу структуру. Частина нафти залишається в цьому осаді, взаємодіючи з важкими вуглеводнями і змінюючи свій склад.

Процес старіння або зміцнення осаду полягає в тому, що молекули з більшою кількістю атомів вуглецю, які перевищують критичне число, збільшуються в частці, а молекули з меншим числом атомів вуглецю зменшуються. Це супроводжується явищами дифузії та контрдіфузії, що сприяють ущільненню та зростанню відкладень.

Температура є критичним фактором у процесі утворення парафінових відкладень, оскільки розчинність парафіну зменшується при зниженні температури, що призводить до його осадження. Температурний градієнт між гарячою нафтою та холодними стінками трубопроводів відіграє важливу роль у цьому процесі. Склад нафти також впливає на її схильність до утворення відкладень, причому нормальні парафіни кристалізуються найчастіше через високу здатність до кластеризації. Ізопарафіни й нафтени мають менший вплив на осадження.

Тиск є важливим параметром, який впливає на осадження парафіну. Зниження тиску зменшує розчинність парафіну, що сприяє його осадженню. Проте при підвищенні тиску в зоні двофазного існування температура кристалізації парафіну знижується, що сприяє його розчиненню. Швидкість потоку також має вплив, причому в

турбулентному потоці змішування сприяє утворенню відкладень, а в ламінарному потоці змішування між шарами не відбувається.

Співвідношення газ/нафта також визначає характер осадження парафіну. В однофазному середовищі вище точки пароутворення газ сприяє утриманню парафіну в нафті, в той час як зменшення газового фактора підвищує температуру кристалізації парафіну, що ускладнює утворення відкладень.

## **БУДІВНИЦТВО БУДИНКІВ З ЛЕГО-БЛОКІВ НА ОСНОВІ БЕТОННОЇ СУМІШІ**

*Бугрименко М.Ю., Каленіч Д.С.*

*Науковий керівник – Аніщенко А.І., канд. техн. наук, доцент*

Сучасне будівництво потребує інноваційних матеріалів, здатних забезпечити швидкість зведення, економічність та екологічність споруд. Лего-блоки на основі бетонної суміші представляють собою перспективне рішення, що відповідає актуальним викликам будівельної галузі.

Під час аналізу науково-технічної літератури, при порівняльному аналізі будівельних технологій та системне узагальнення досвіду виробництва та застосування лего-блоків було отримано результати дослідження.

Технологічні особливості: модульна система виробництва унікальна своєю системою з'єднання без додаткових матеріалів та високою точністю виготовлення.

Переваги технології: скорочення термінів будівництва, зниження витрат, адаптивність конструкцій та екологічність матеріалу підвищують енергоефективність споруд, які будуються при використанні лего-блоків.

Будинки з лего-блоків використовують для житлового будівництва, промислових споруд, тимчасових конструкцій, складських приміщень та інших сфер за рахунок своєї адаптивності.

Інноваційна технологія лего-блоків базується на виготовленні великогабаритних бетонних елементів з унікальною конструкцією, що нагадує дитячий конструктор. Виробництво здійснюється шляхом заливки бетонної суміші у спеціально розроблені сталеві форми з подальшим формуванням блоків з інтегрованою системою фіксації.