

## **ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ**

*Проведено аналіз конструктивних та експлуатаційних показників сучасних пластикових трубопроводів. Виконано вибір оптимального варіанта пластикової труби для використання у складі вертикальних напірних стояків для механізованого транспортування штукатурних розчинів до місця нанесення. Запропоновано й виготовлено відповідні дослідні стенди. Проведено експериментальні дослідження вибраного варіанта трубопроводу.*

*Ключові слова: пластиковий трубопровід, напірний стояк, з'єднання труб, кріплення труб.*

*Проведен анализ конструктивных и эксплуатационных показателей современных пластиковых трубопроводов. Сделан выбор оптимального варианта пластиковой трубы для использования в составе вертикальных напорных стояков для механизированного транспортирования штукатурных растворов к месту нанесения. Предложены и изготовлены соответствующие экспериментальные стенды. Проведены экспериментальные исследования выбранного варианта трубопровода.*

*Ключевые слова: пластиковый трубопровод, напорный стояк, соединение труб, крепление труб.*

*The analysis of constructive and operational characteristics of modern plastic pipelines is carried out. The choice of optimum alternative of plastic pipe to be used as a part of feed risers for powered movement of finishing mortars into the laying on place is executed. The relevant checkout fixtures are offered and made. Pilot research of the selected pipeline design is carried out.*

*Key words: plastic pipeline, feed riser, pipe connection, fixing pipe.*

**Постановка проблеми.** Під час зведення об'єктів цивільного та промислового призначення актуальним є питання впровадження сучасних технологій у процеси механізації проведення опоряджувальних робіт. За останні роки було розроблено та впроваджено значну кількість нових конструкцій обладнання для механізованого транспортування й нанесення будівельних розчинів на оброблювані поверхні: штукатурних станцій, розчинонасосів, змішувачів та ін. Проте певним відставанням характеризується розв'язання питання застосування при оштукатурюванні

не тільки нових конструкцій обладнання, а й нових матеріалів, з яких вони виконані, зокрема напірних пластикових трубопроводів.

Останнім часом відбувається бурхливий розвиток технологій виготовлення напірних трубопроводів із полімерних матеріалів, котрі використовуються для транспортування газоподібних, рідких та в'язко-пластичних середовищ. Ці труби значно дешевші за гумотканинні рукави і мають порівняно меншу вартість, ніж сталеві. Проте в будівельній галузі застосування полімерних трубопроводів ще не набуло поширення. Тому актуальним є питання дослідження властивостей та впровадження в процес механізованого транспортування штукатурних розчинів труб, виготовлених із полімерних матеріалів.

**Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Під час механізованого транспортування штукатурних розчинів до місця нанесення використовуються гумотканинні напірні рукава та сталеві трубопроводи [2, 3, 4]. При цьому для подавання розчинів до місця нанесення на ділянці з першого по п'ятий і більше поверхи застосовуються так звані інвентарні металеві стояки, котрі складаються з магістральних ділянок та розподільних мереж. Проте практичний досвід використання механізованих комплексів на будівельних майданчиках Полтавської, Київської та інших областей України показав, що в більшості випадків через громіздкість, схильність до корозії та велику вагу від застосування стояків відмовляються і прокладають замість них гумотканинні напірні магістралі, прикріплюючи їх до перил на сходах у під'їзді. Це створює значну небезпеку для будівельників, тому що при транспортуванні розчинів на верхні поверхи в рукавах створюється досить великий (до 4 МПа) тиск, котрий може призвести до розриву рукава і травмування працівників. Тому необхідно здійснювати пошук нових матеріалів, котрі дозволять провести ефективну заміну існуючих конструкцій напірних стояків, що уможливить відновлення масовості їхнього застосування на будівельних об'єктах.

Усе більше поширення у народному господарстві знаходять трубопроводи, виготовлені з полімерних матеріалів [1, 5, 7, 8, 9].

Фізичні та хімічні властивості поліетилену гарантують йому високу герметичність, міцність на розрив і стабільність під дією хімічно та абразивно активних середовищ. Економічна привабливість поліетилену полягає у низькій вартості цієї речовини, що пов'язане з бурхливим розвитком хімічної промисловості. Проте трубопроводи з даного матеріалу ще не досить активно застосовуються в будівельній галузі. Тому необхідне проведення дослідження здатності поліетиленових труб до транспортування штукатурних розчинів, що в разі одержання позитивних результатів дасть змогу налагодити випуск сучасних та надійних інвентарних стояків для механізованого транспортування штукатурних розчинів до місця нанесення.

**Формулювання цілей статті.** Основною метою проведеної роботи було дослідження здатності поліетиленових трубопроводів до транспортування штукатурних розчинів і розроблення елементів вертикальних напірних стояків, котрі складаються з поліетиленових труб, трійників та швидкознімних з'єднувальних елементів.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогоднішній день в Україні представлена продукція таких світових фірм із виготовлення поліетиленових трубопроводів: "ТРУБОПЛАСТ", "GERODUR", "ХЕМСОН", "ЄВРОПЛАСТ", "NIBCO" та ін. [1, 5, 7, 8, 9]. Вони випускають значну номенклатуру пластикових трубопроводів, котрі знайшли широке застосування в народному господарстві для транспортування води (гарячої, холодної), природного газу, нафтопродуктів та цілої низки хімічних сумішей. Із метою розв'язання проблеми впровадження пластикових трубопроводів у процес механізованого транспортування штукатурних розчинів було здійснено таку роботу.

На першому етапі проведено аналіз джерел, в яких надано інформацію про технічні показники поліетиленових труб [1, 5, 7, 8, 9]. Підприємство ЗАТ "ТРУБОПЛАСТ" випускає труби із зовнішнім діаметром 63 мм за ГОСТ 18599-83 (тиск – до 1 МПа), котрі призначені для транспортування рідких та газоподібних матеріалів, а також за ТУ 3663-222-0147016-02 (тиск – до 2 МПа), які також можуть транспортувати хімічно активні нафтові флюїди із вмістом абразивних матеріалів. Ці труби недостатньо підходять для транспортування штукатурних розчинів за рівнем максимального тиску ( $< 2,5$  МПа) з півторакратним запасом міцності, що робить неможливим їхнє застосування в системах подавання будівельних розчинів.

Проблеми з використанням стосуються також труб із поліетилену інших фірм-виробників: "GERODUR", "ХЕМСОН", "ЄВРОПЛАСТ". Труби, котрі вони випускають, підходять для транспортування штукатурних розчинів за діаметральними розмірами, хімічною стійкістю та стійкістю до абразивного зношування, вагою, проте є неготовими до застосування на робочих тисках до  $3,0 - 3,5$  МПа.

Ретельну увагу було вирішено звернути на труби концерну "NIBCO", для виробництва яких використовують матеріал PVC виробництва хімічного концерну BFGOODRICH (рис. 1). Труби з хлорованого поліхлорвінілу з обробкою стінок за технологією «Flowguard gold» характеризуються малою питомою вагою, хімічною, корозійною, механічною та абразивною стійкістю. Згідно з паспортними даними подібні труби мають робочий тиск до  $3,5$  МПа при температурі роботи  $23^{\circ}\text{C}$  із запасом міцності  $k_{з.м.} = 1,5 - 2,0$ . Ці труби випускаються різних розмірів (12; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 75 мм). Із цього ряду найбільше підходить труба 40 мм (рис. 1), котра має такі розміри: внутрішній діаметр

$d_{\text{вн}} = 40,37$  мм; зовнішній діаметр  $d_{\text{зовн}} = 48,25$  мм (тип труби SCH 40). Внутрішня поверхня труби спеціально оброблена, що суттєво підвищує її стійкість при перекачуванні абразивних, хімічно активних середовищ. Вага погонного метра такої труби складає 0,774 кг, що в декілька разів менше за її сталеві аналоги.

На другому етапі досліджень було запропоновано конструкцію з'єднувального елемента для труб SCH 40 із матеріалу PVC (рис. 2), котрий складається з двох зустрічних фланців та кільця, що самоущільнюється при зростанні тиску, і виконаний на базі швидкорознімного з'єднання з фланцевим замком [6].



Рисунок 1 – Труби SCH 40 із матеріалу PVC виробництва концерну "NIBCO"

Швидкорознімне з'єднання з фланцевим замком працює таким чином. При монтажі магістралі фланці 1 розташовують один проти одного. У коловий паз одного із фланців уставляють гумове кільце 3, а після цього притискають другий фланець.

Далі на фланці одягаються напівкільця 4 замка, котрі притискаються один до одного болтовими з'єднаннями 5, притискаючи фланці 1 один до одного. При роботі швидкорознімного з'єднання з фланцевим замком, коли робочий тиск сягає значних величин, гумове кільце 3, стиснуте в колових пазах фланців 1, забезпечує герметичність швидкорознімного з'єднання з фланцевим замком.

На третьому етапі було визначено конструкцію та створено стенд **СО-12** для проведення опресовування напірного трубопроводу, складеного з труб SCH 40 (PVC), та перевірки надійності закріплення запропонованих швидкорознімних з'єднань.

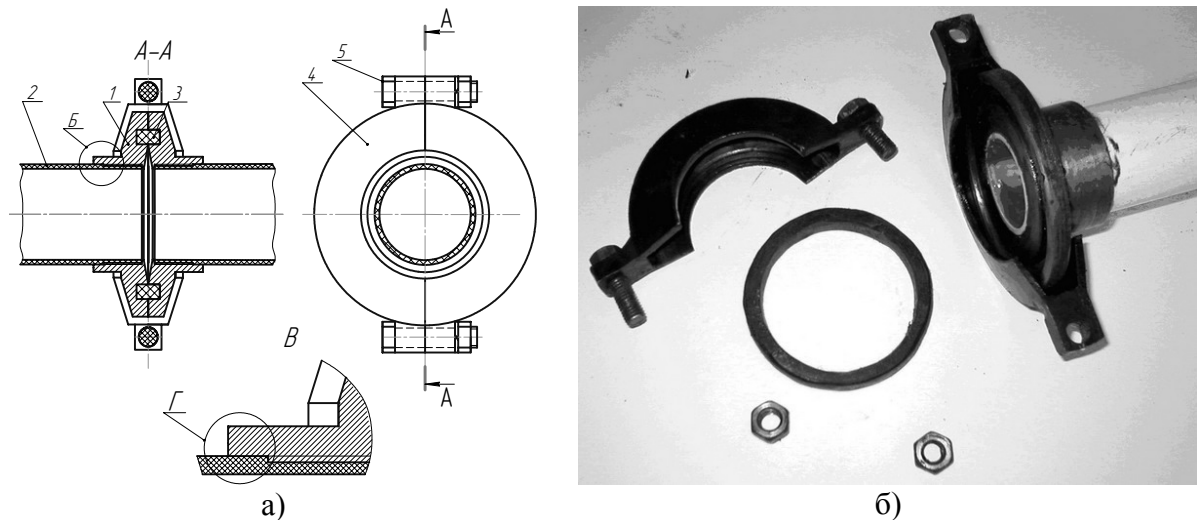


Рисунок 2 – Швидкокорознімне з'єднання з фланцевим замком для труб SCH 40 із матеріалу PVC:

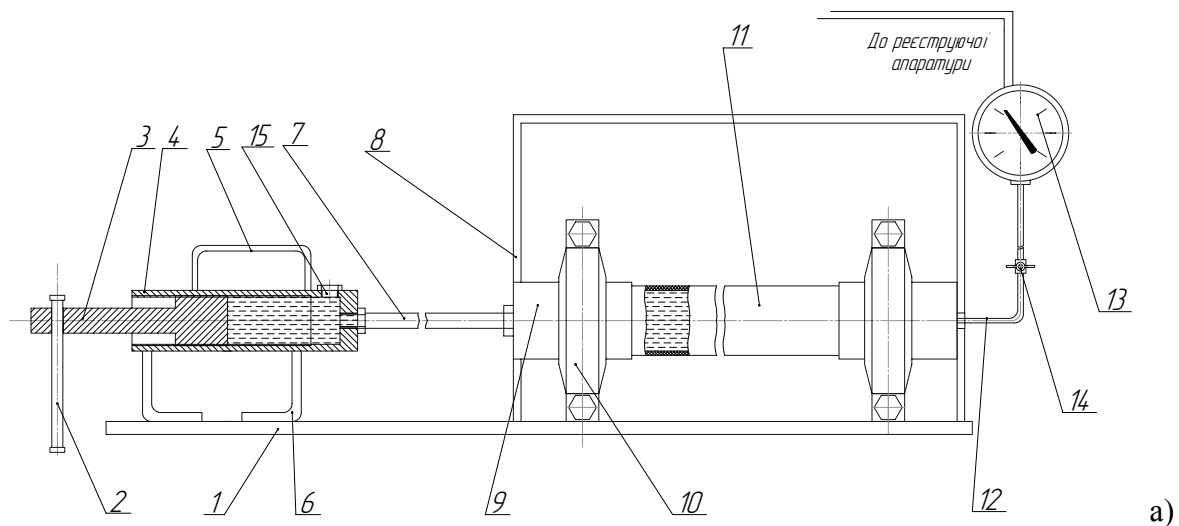
а – структура швидкокорознімного з'єднання; б – загальний вигляд;

1 – фланець; 2 – труба SCH 40 (PVC); 3 – гумове кільце; 4 – натискне напівкільце; 5 – болтове з'єднання; **В** – вигляд з'єднання тіла пластикової труби з металевим фланцем за допомогою різі з дрібним кроком та спеціальним «карнизом» **Г** для зняття концентраторів напружень у місці переходу від тіла труби до різьби

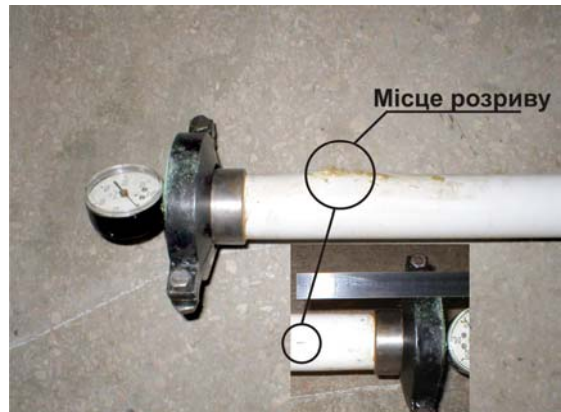
На рис. 3 наведено конструкцію стенда **СО-12** та загальний вигляд механізму для нагнітання рідини розриву до напірного трубопроводу запропонованого випробувального стенда. Марка стенда **СО-12** означає "Стенд опресовувальний". Максимальний створюваний тиск – 12 МПа. Він працює таким чином. Нагнітальний пристрій з'єднується напірним трубопроводом 7 через перевідник 9 із трубою 11. З іншого боку труба зачіняється іншим перевідником, в якому передбачено отвір для з'єднання внутрішньої порожнини з манометром 13, котрий реєструє тиск і передає відповідний електричний сигнал на реєструючу апаратуру. Система через заливну пробку 15 заповнюється рідиною розриву (загущеним мастилом). Після цього починає провертатись гвинт 3, котрий завдяки наявності різьби на зовнішній поверхні переміщується відносно корпусу 4. Витіснення рідини призводить до початку зростання внутрішнього тиску в трубі. На першому етапі тиск доводять до значення 0,25 МПа і витримують 10 хв. Якщо герметичність системи підтверджена, починають подальше загвинчування гвинта 3. Тиск контролюється вимірювальною апаратурою та візуально – положенням стрілки на манометрі 13. При розриві труби 11 відбувається розвантаження системи і різке падіння тиску. Тиск розриву фіксується. З метою запобігання можливого травмуванню обслуговуючого персоналу також передбачено наявність захисного щита 8. Розробленим стендом було проведено 10 випробувань труб SCH 40 із матеріалу PVC виробництва концерну "NIBCO". Температура навколишнього середовища складала 25<sup>0</sup>С. Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати опресовування стендом **СО-12** труб SCH 40 із матеріалу PVC виробництва концерну "NIBCO" ( $d_{\text{вн}} = 40,37$  мм;  $d_{\text{зовн}} = 48,25$  мм)

Величина тиску розриву, МПа	№ досліду									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7,42	7,71	6,95	7,11	7,42	7,54	7,52	7,52	7,38	7,51



б)



в)

Рисунок 3 – Конструкція випробувального стенда **СО-12** для дослідження трубопроводів на розрив: а – схема компонування стенда **СО-12**;

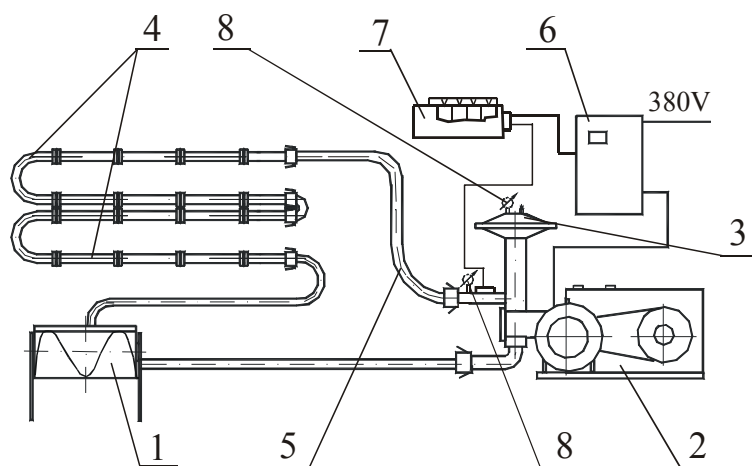
б – загальний вигляд нагнітального пристрою; в – місце деформації пластикового трубопроводу після розриву: 1 – основа; 2 – рукоятка; 3 – гвинт для витіснення силової рідини; 4 – корпус; 5 – рукоятка; 6 – стійка; 7 – напірний трубопровід; 8 – щит; 9 – перевідник; 10 – швидкокорознімне з'єднання з фланцевими замками; 11 – труба, котра випробується; 12 – трубопровід датчика тиску; 13 – манометр; 14 – кран; 15 – заливна пробка

Результати проведених досліджень підтвердили можливість використання труб SCH 40 для механізованого транспортування штукатурних розчинів до оброблюваних поверхонь, оскільки при подаванні штукатурних розчинів на висоту до 12 – 15 поверхів тиск подавання зазвичай не перевищує 3 – 3,5 МПа. Характер деформації тіла

труби (рис. 4, в) також показує, що при втраті герметичності відбувається не суцільна руйнація тіла труби, а місцева із збереженням відносної цілісності геометричної форми, що також є позитивним фактором.

На четвертому етапі було сконструйовано випробувальний стенд для вивчення опору матеріалу внутрішніх стінок досліджуваних труб абразивному зношуванню (рис. 4). Стенд включав такі елементи: розчинозмішувач 1, однопоршневий розчинонасос 2 з компенсатором тиску 3, напірну магістраль, що складається з ділянок, виконаних із труб SCH 40, та сталевих перевідників 4, гумотканинного рукава 5, універсального лічильного пристрою для вимірювання витрат електроенергії 6, самописця зміни тиску в часі 7 і двох манометрів 8. Для виконання дослідів використовували вапняно-піщаний розчин складу 1:3 з осадкою стандартного конуса 8, 9 та 10 см. Напірна магістраль являла собою поєднання пластикового трубопроводу зі внутрішнім діаметром 40,37 мм, сталевих труб і сталевих перевідників загальною довжиною 50,8 м та двох гумотканинних напірних рукавів із таким самим поперечним перерізом: від напірного патрубка насоса до сталевий ділянки – довжиною 20 м; на виході зі сталевий трубопроводу – довжиною 10 м. Тобто загальна довжина напірної магістралі складала 80,8 м.

Прокачування трубопроводом штукатурної суміші протягом 72 годин дозволило визначити ступінь абразивної зношуваності внутрішньої поверхні пластикових труб (табл. 2).



а)



б)

Рисунок 4 – Експериментальний стенд для дослідження опору матеріалу внутрішніх стінок досліджуваних труб абразивному зношуванню:  
а – конструктивна схема; б – загальний вигляд

Таблиця 2 – Результати дослідження абразивної стійкості труб SCH 40 при перекачуванні штукатурних розчинів складу 1:3 з осадкою стандартного конуса 8, 9 та 10 см протягом 72 годин

Зміна товщини стінки труби $\Delta h$ , мм	Осадка стандартного конуса		
	OK8	OK9	OK10
	0,04	0,03	0,01

Такі показники зношуваності нас повністю влаштовують, тому що навіть при роботі в найважчих умовах (при осіданні стандартного конуса 8 см) сумарний час можливої експлуатації складе 630 год, що є прийнятним результатом.

На п'ятому етапі було розроблено конструкцію розбірних анкерних кріплень, котрі дозволять швидко та надійно фіксувати елементи напірного інвентарного стояка й проводити монтажні-демонтажні роботи з інвентарним стояком, виготовленим з елементів труб SCH 40. Проведений аналіз існуючих конструкцій анкерних елементів дозволив розробити найбільш прийнятну для розглядуваних умов конструкцію кріплення (рис. 5).

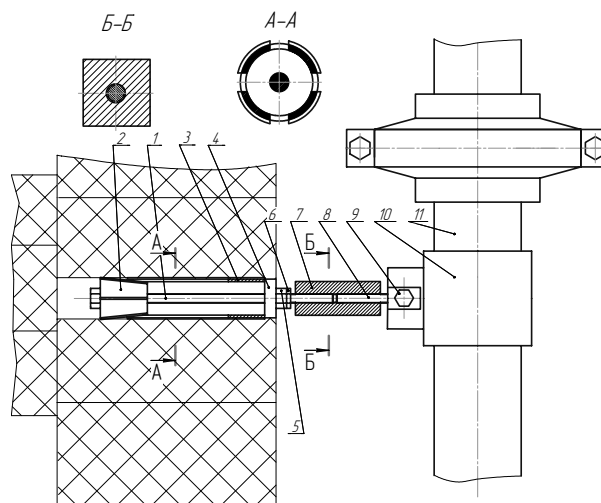


Рисунок 5 – Конструкція розбірного анкерного кріплення

Розроблене кріплення працює таким чином. У місці контакту цеглин або будівельних блоків свердлиться отвір діаметром 20 мм довжиною 120 мм. У цей отвір уводиться зовнішній корпус анкера 3 з конусом 2.

Після цього здійснюється провертання гайки 5 відносно гвинта 1. Зусилля на корпус анкера 3 передається через натискну шайбу 4.

Відбувається поступове переміщення конуса 2 відносно елемента 3. Завдяки наявності поздовжніх прорізів у корпусі та конусності елемента 2 відбувається розтискання утворених прорізами пелюстків і підсилення контакту анкера з будівельними блоками. Гайка 5 загвинчується з моментом 0,5 кН·м. Після цього перевіряється надійність кріплення анкера та шплінтується гайка 5 гайкою 6. На пластикову трубу 11 надівається хомут 10 та стягується болтовим з'єднанням 9. Цим з'єднанням також



закріплюється шпилька 8. Після цього шпилька 8 та хвостовик гвинта 1 стягуються гайкою 7, в якій нарізано дві зустрічних різі.

Таким чином відбувається фіксація трубопроводу інвентарного напірного стояка відносно вертикальної поверхні.

**Висновки.** Запропоновані в даній роботі технічні рішення на впровадження у будівельне виробництво труб SCH 40 із матеріалу PVC виробництва концерну "NIBCO" дозволять підвищити ефективність використання технологічних комплексів для механізованого оштукатурювання оброблених поверхонь. Вертикальний напірний стояк, трубопровідні елементи котрого вироблені із запропонованого матеріалу, матиме на 70% меншу вагу, прокласти його буде значно зручніше, а застосування запропонованих анкерних елементів дозволить не тільки швидко проводити монтажні-демонтажні роботи, а й зберегти цілісність будівельної конструкції, на якій він закріплюється, оскільки необхідний отвір легко ліквідується після демонтажу стояка. Усі ці переваги дозволять знизити вартість вертикальних напірних стояків для транспортування штукатурних розчинів до місць нанесення і підвищити цікавість до них із боку будівельних організацій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сідак В.С., Дудолад О.С. *Комплексні підходи до керування надійністю систем газопостачання: Навч. посіб.* – Х., 2006. – 248 с.
2. Евстифеев В.Н., Калинина А.И. *Определение мощности бетононасосов и растворонасосов // Пути совершенствования организации и механизации сельского строительства: Обзор.* – М.: ОНТИ ЦНИИЭПсельстрой, 1969. – С. 49 – 75.
3. *Каталог технологических комплектов (нормокомплектов) для производства работ по отделке индустриальными методами / ВНИПИ труда в стр-ве Госстроя СССР.* – М.: Стройиздат, 1983. – 96 с.
4. *Каталог технологических комплектов (нормокомплектов) средств механизации, инструмента, приспособлений и инвентаря для производства каменных, штукатурных, малярных и кровельных работ / ВНИПИ труда в стр-ве Госстроя СССР.* – М.: Стройиздат, 1980. – 144 с.
5. *Отделочные работы в сельском строительстве / Ф.И. Понедельников, Б.А. Резницкий, Г.И. Середа.* – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1985. – 160 с., ил. – Библиогр. на 3-й с. обл.
6. Пат. 2001075168 Україна, МКИ F 16 L 23/16. *Швидкороз'ємне з'єднання з фланцевим замком / О.Г. Онищенко, А.В. Васильєв, А.М. Матвієнко. Заявл. 19.07.2001; опубл. 15.05.2002.* – 2002. – №5.
7. Сідак В.С., Дудолад О.С. *Новітні технології будівництва та реновації інженерних мереж: Навч. посіб.* – Х., 2006. – 356 с.
8. Сідак В.С. *«Харьковгоргаз»: с твердой верой в пластмассы // Инженерные сети из полимерных материалов.* – 2004. – №3. – С.10 – 12.
9. Удовенко В.Е., Сафронова И.П., Гусева Н.Б. *Полиэтиленовые трубопроводы – это просто.* – М.: ЗАО "Полимергаз", 2003. – 237 с.