

Кальцій	20,0	22,0
Магній	36,00	55,9
Залізо	2,0	4,0

З представлених у таблиці даних видно, що вміст білків за додавання шроту зародків пшениці підвищується на 63,4%, харчових волокон - на 32,0%. В той же час, у виробках знижується вміст жиру на 16,7% та вуглеводів – на 15,0%. Очевидно, це пов'язано із відсутністю жирів у шроті та складом його вуглеводів, які здебільшого представлені моно- і дисахаридами та містять лише сліди крохмалю [4]. Збільшується також вітамінна цінність хліба, а саме вміст вітамінів В<sub>1</sub> підвищується на 52,6%, Е – на 30,4%, В<sub>6</sub> – 38,5%. За додавання шроту зародків пшениці у виробках збільшується вміст магнію та заліза.

Таким чином, результати оцінки органолептичних, фізико-хімічних властивостей та хімічного складу хліба з додаванням шроту зародків пшениці довели перспективність його застосування у технології житньо-пшеничного хліба підвищеної харчової та біологічної цінності.

#### Список посилань

1. Єгоров Б. Стан харчування населення України / Б. Єгоров, М. Мардар // Товари і ринки. – 2011. – №1 – С. 140 – 145.
2. Кузько Н.Є. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів України та обґрунтування товарних інновацій виробників на ньому / Н.Є. Кузько, Н.С. Косар, М.Г. Пугата // Економіка та управління підприємствами. – 2017. – №12. – С. 284 – 291.
3. Олійник С.Г. Перспективи використання вторинних продуктів переробки зародків зернових культур у технологіях хліба оздоровчого призначення / С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова // Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». – К.: НУХТ, 2016. – С. 155 – 158.
4. Олійник С.Г. Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці: монографія / С.Г. Олійник, Г.М. Лисюк, О.І. Кравченко, Самохвалова О.В. – Х.: ХДУХТ, 2014. – 108 с.
5. Касабова К.Р. Характеристика нових джерел харчових волокон для збагачення борошняних кондитерських виробів / К. Р. Касабова, О. В. Самохвалова, С. Г. Олійник // Східно-Європейський журнал передових технологій. Технології та обладнання харчових виробництв. – 2015. – № 6(78). – С. 11–15.

УДК 621.002.3; 678.027.3

**Скрипник С.П., канд. техн. наук, ст. викладач**

Чернігівський національний технологічний університет, fishkina@i.ua

**Шумний Ю.Д., заст. голови правління**

ПАТ «Хімтекстильмаш», м. Чернігів

### ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО ПВХ У ВИРОБНИЦТВІ ТРУБ ДЛЯ МЕЛІОРАЦІЇ ТА ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

В промислово розвинутих країнах про висушуванні болот або зрошенні землі інтенсивне виробництво та використання отримали дренажні труби з ПВХ [1,2]. Вони є високоефективними за рахунок високої корозійної стійкості, невеликої маси, малого гідравлічного опору, простоти з'єднання між собою та монтажу [3]. В наш час більшість виробників через екологічність, дороговизну та дефіцит сировини припинили випуск дренажних труб з первинного ПВХ. Для даного виду продукції має зміст проведення робіт по використанню в якості сировини вторинного ПВХ.

Однією з головних проблем при переробці відходів з ПВХ є їх неоднорідність. Різні виробки, що були у вжитку, були отримані за індивідуальними технологіями. ПВХ може містити в собі значну кількість домішок, які надають первинній полімерній композиції

задані технологічні властивості, що ускладнює вторинну переробку матеріалу. Багаторазова переробка полімеру впливає на властивості отриманого вторинного матеріалу. ПВХ достатньо легко піддається впливу напругам зсуву, окисленню, що призводить до зміни його структури, технологічних та експлуатаційних властивостей. В результаті дії високих температур при переробці, погіршується його здатність до переробки [4]. При отриманні композиції шляхом змішування первинного та вторинного ПВХ, існує висока вірогідність отримати бракований виріб.

Маючи на увазі вищезгадане, для отримання гнучкої витої дренажної труби (в подальшому труби), нами була розроблена та досліджена композиційна суміш, що містить первинний та вторинний ПВХ з необхідними домішками.

Робота була проведена та обладнанні ПАТ «Хімтекстильмаш». Для підвищення довговічності труби, необхідно було підібрати оптимальний склад композиційної суміші (табл. 1), яка б в процесі переробки та експлуатації не піддавалась деструкції. Оскільки у вторинному ПВХ вже містилися домішки стабілізатора та пластифікатора, то підбір домішок здійснювався з точки зору ефективного виконання ними функції, а також їх використання повинно бути економічно вигідним та технічно доцільним.

Для отримання труби використовувалися:

- Первинний ПВХ суспензійний марки С-6358 М ДСТУ 7576:2014. Являє собою білий порошок, розміром зерен 0,03-0,1 мм, щільністю 1200-1400 кг/м<sup>3</sup>, насипна щільність 400-600 кг/м<sup>3</sup>, температурою плавлення 86-95 °С та температурою розкладу 140 °С.

- Вторинний ПВХ уявляє собою подрібнену масу від світло жовтого до бурого кольору за розмірами часточок 5x5x2,5±1,0 мм, насипної щільності 500-700 кг/м<sup>3</sup>, температурою плавлення 95-100 °С.

- Рідкий пластифікатор – дибутилфталат технічний – для надання виробу необхідної гнучкості та еластичності.

- Стабілізатор – порошкоподібні стеарат кальцію та кремнекислий свинець - для адсорбції хлористого водню для зниження розкладу ПВХ.

Щоб за кольором труби можна було робити висновок про ступінь стабілізації ПВХ композиції, використовували пігмент органічних світлих відтінків.

Таблиця 1 – Склад ПВХ композиції

№	Найменування сировини	Склад суміші, %				
		1	2	3	4	5
1	Первинний ПВХ	91,7	82,21	63,93	54,44	45,15
2	Вторинний ПВХ	0	10	30	40	50
3	Дибутилфталат	4,5	4,1	3,2	2,9	2,4
4	Стеарат кальцію	2,5	2,3	1,9	1,8	1,7
5	Кремнекислий свинець	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7
6	Пігмент	0,1	0,09	0,07	0,06	0,05

Кількість стабілізаторів та пластифікаторів встановлювалось в залежності від відсоткового відношення введеного вторинного ПВХ та з урахуванням летючості його домішок [5].

Технологічна схема (рис.1) отримання труби з використанням вторинного ПВХ включає в себе операції приготування композиції та отримання труби. Підготовка вторинної сировини по технології включає в себе подрібнення, сепарація, сушка, зважування. Далі, у відповідності до рецептури (див. табл.1) проводиться зважування та подача сухих порошкових компонентів у змішувач. Дибутилфталат додається в процесі змішування. Там при температурі 110-115 °С відбувається змішування компонентів. Вторинний подрібнений ПВХ додається в готову суміш.

Отримана композиція в змішувачі відгружається до ємності, що охолоджується водою, де витримується для природньої пластифікації протягом 2-3 годин, після чого суміш просіюється та готова для наступної операції – виготовлення труби.

Технологічний процес виготовлення труби включає наступні операції:

- розплавлення композиційної суміші;
- формування погонажного профілю труби у формувальній філь'єрі;
- прийом та охолодження полоси полуфабриката до температури навивання;
- формування труби;
- прийом та відсікання формованої труби.

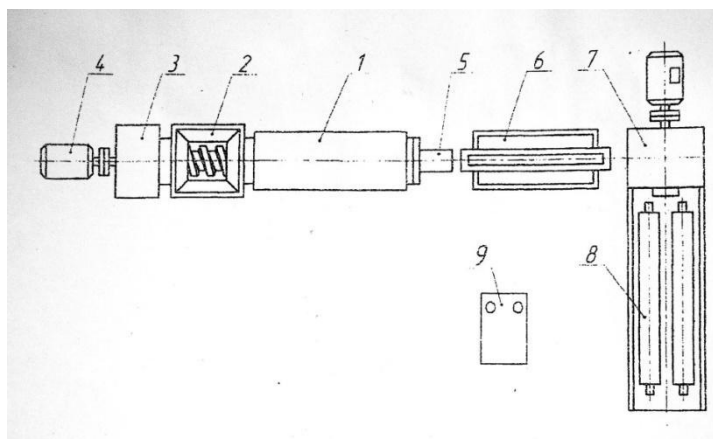


Рис. 1 – Установка для отримання гнучких витих труб: 1 – екструдер, 2 – бункер, 3 – редуктор, 4 – двигун, 5 – формувальна філь'єра, 6 – охолоджуючий пристрій, 7 – навивальний пристрій, 8 – приймальний пристрій, 9 – електроустаткування.

Таблиця 2 – Послідовність завантаження та тривалість перемішування

№	Найменування компоненту суміші	Тривалість змішування
1	Первинний ПВХ	5
2	Стеарат кальцію	10-15
3	Кремнекислий свинец	10-15
4	Дибутилфталат та пігмент	45
5	Вторинний ПВХ (подрібнений)	10

Оснoву обладнання для отримання труби є одночерв'ячний екструдер марки ЭЧ 45-Г, довжиною 900 мм, з трьома зонами нагріву. На кінці екструдера встановлено філь'єру, що обігрівається.

Суміш з бункера попадає до екструдера, де проходить її розм'якшення, розплавлення та формування профілю труби в формувальній філь'єрі. Температурний режим по зонах нагріву в екструдері та в філь'єрі представлено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Температурний режим по зонах нагріву в екструдері та в філь'єрі

№	Температура зон нагріву, °С				Вміст вторинного ПВХ, %	Частота обертання шнека, об/хв	Продуктивність, кг/год
	1	2	3	філь'єра			
1	120	160	180	155	0	40	9,1
2	140	170	180	160	10	40	9,1
3	150	180	180	165	30	40	9,1
4	160	200	200	180	40	40	9,1

При переробці суміші із вмістом 40% вторинного ПВХ протікає мимовільне підвищення температури в екструдері. Велика кількість тепла виділяється за рахунок перетворення механічної енергії в теплову в результаті переробки подрібнених часточок

вторинного ПВХ. Матеріал профілю труби при цьому режимі мав сліди розкладу та був не придатний до подальших досліджень.

Тепловий режим екструдера виходив на автогенний режим вже при переробці суміші з вмістом 30 % вторинного ПВХ, при цьому температура розплаву не досягала температури розкладу і отримані зразки були придатні для подальших досліджень. Після екструдера розм'якшений матеріал проходить через профіль формувальної філь'єри і з температурою 155-165 °С попадає на приймальну планку охолоджуючого пристрою, де за допомогою водяного та повітряного охолодження приймає необхідну температуру для навивки труби. Після охолодження на приймальній планці полоса ще достатньо еластична ( $t = 75-80$  °С) та легко приймає будь-яку форму.

Формування труби проходить на барабані навивального пристрою. В процесі формування полоса-полуфабрикат вигинається в циліндричну спіраль з кроком 16 мм, за рахунок взаємозчеплення суміжних витків спіралі і утворює замок. Шляхом охолодження нижче температури склування ПВХ фіксується та набуває формостійкого стану. На приймальній пристрої проходить транспортування сформованої труби.

Продуктивність установки для отримання гнучкої навитої труби діаметром 100мм – 12 м/год. Маса одного погонного метру труби діаметром 100мм – 1,2 кг.

За рахунок фіксації зазорів між вертикальними ребрами в замку труба забезпечує високу пропускну властивість при достатній гнучкості.

При дослідженнях труби (рис.2) на деформацію під впливом вертикального навантаження рівному 0,15 МПа, що дорівнює глибині закладення труби до 4 м, скорочення внутрішнього діаметра складало не більше 10 %.



Рис. 2 – Дренажна труба діаметром 100 мм.

В процесі досліджень встановлено, що труби, які отримані з композиційної суміші, що містить 30 % вторинного ПВХ, за зовнішнім виглядом та станом поверхні, внутрішнім діаметром труби, наявністю зубців на верхніх ребрах полоси, масою одного погонного метру в розтягнутому стані, а також деформуванням під навантаженням відповідають показникам труби, що виготовлена без додавання вторинного ПВХ.

Все вищевикладене показує принципову можливість часткової або навіть повної заміни чистого ПВХ на його відходи при виробництві гнучких витих дренажних труб. Для збільшення вмісту вторинного ПВХ в композиційній суміші необхідно в конструкцію екструдера додатково вводити охолодження корпусу шнека або змінювати його конструкційні параметри, а це в свою чергу пов'язано з додатковими витратами на виготовлення. Рішення в будь-якому випадку повинно бути економічно доцільним.

#### Список посилань

1. Любешкина Е.Г. Вторичное использование полимерных материалов / Е.Г. Любешкина. – М.: Химия, 1995. – 190 с.
2. Андреев А.А. Методические рекомендации по технологии изготовления гибких витых дренажных труб из жесткого поливинилхлорида по одностадийной технологии. / А. А. Андреев, Б.Г. Гриценко, В.В. Ткаченко. – К.: ВНИИСМИ, 1981. – 25 с.

3. Шапиро Д.В. Состояние и перспективы развития производства и применения труб из термопластов. / Д.В. Шапиро, Ю.С. Давыдов // Пластические массы. – 1995. – №19 – С.14-16.
4. Липик В.Т. Рециклинг отходов пластифицированного поливинилхлорида: проблемы и методы решения / В.Т. Липик, В.Н. Марцуль. // Пластикс – 2004. – №1. – С.32-40.
5. Пахаренко В.А. Пластмассы в строительстве / В.А. Пахаренко, В.В. Пахаренко, Р.А. Яковлева – С-П.: Научные основы и технология, 2010. – 349 с.

УДК 66.081.63

Гулієнко С.В., канд. техн. наук, ст. викладач  
Лещенко О.А. магістрант

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», [gunder@i.ua](mailto:gunder@i.ua)

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ШАРУ КОНЦЕНТРАЦІЙНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ПРИ ЗВОРОТНОМУ ОСМОСІ

До найбільш поширених мембранних процесів належить зворотний осмос який широко застосовується для опріснення природних вод (у тому числі і морських), а також для очищення та опріснення промислових стічних вод. Про це свідчить світова динаміка зростання за останні 30 років продажу зворотно осмотичних мембран, випуску установок та об'ємів води, що опріснюється методом зворотного осмосу. Найбільшими споживачами води, опрісненої методом зворотного осмосу, є країни близького та середнього сходу (Саудівська Аравія, Кувейт, Об'єднані Арабські Емірати) – 60-70% і Північна Америка – 20-17% [1].

Одним з основних обмежень в роботі мембранного обладнання є явища концентраційної поляризації та утворення осадів на поверхні мембрани. Концентраційна поляризація це явище, що полягає у підвищенні концентрації розчинів біля поверхні мембрани. Концентраційна поляризація виникає через різницю проникності між розчинником і розчиненою речовиною [1–2].

Ці явища не лише погіршують техніко-економічні показники процесів мембранного розділення, але й ускладнюють опис і моделювання процесів.

Опір мембрани залежить лише від її структури та матеріалу і може бути легко вимірним. В той же час, як зазначається в [2], незважаючи на екстенсивні дослідження, фундаментальні механізми та процеси, що включені до утворення шару концентраційної поляризації та осадів на поверхні мембрани повністю залишаються не визначеними.

В останні роки були розвинені методи визначення опору шару осаду, тоді як надійних методів визначення опору шару концентраційної поляризації в джерелах не було виявлено [2]. Тому визначення залежності опору шару концентраційної поляризації від робочих параметрів є актуальною задачею.

Метою даної роботи є розробка методики експериментального визначення опору шару концентраційної поляризації та визначення впливу технологічних параметрів на величини шару концентраційної поляризації.

При розробці методики визначення опору шару концентраційної поляризації використовувалася модель осмотичного тиску, згідно якої потік речовини через мембрану становитиме,  $m^2/(m^2 \cdot c)$  [2-3]:

$$J = \frac{\Delta p - \Delta \pi}{\mu \cdot R_T} \quad (1)$$

де  $\Delta p$  – трансмембранний тиск, Па;

$\Delta \pi$  – трансмембранна різниця осмотичних тисків, Па;

$\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості розділюваного розчину, Па·с;

$R_T$  – загальний опір перенесенню речовини через мембрану,  $m^2/m^3$ .

Загальний опір перенесенню визначається як сума таких [2]: