

лено, що мінімальне значення відхилення  $S_{\min} = 0,037$  мм, взяте за абсолютною величиною можна отримати зафіксувавши розмірні параметри структурного елемента клеєного щита наступним чином:  $L=55$  мм;  $B= 48$  мм (рис. 6).

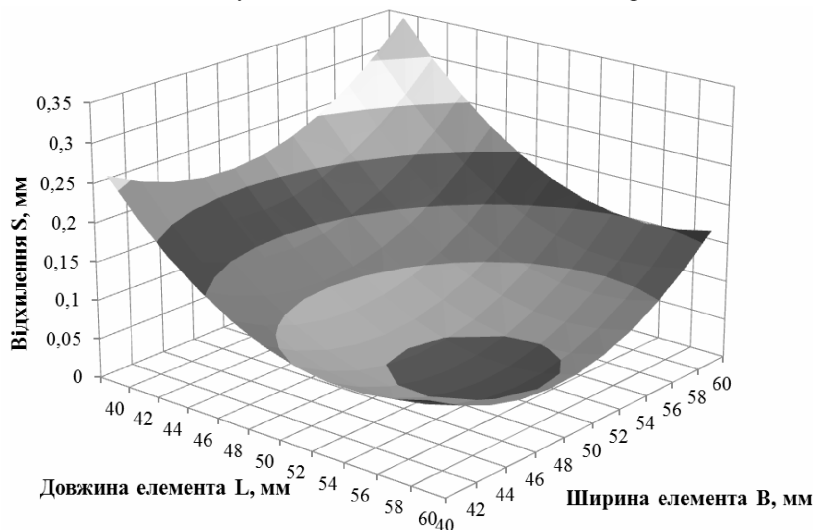


Рис. 6. Залежність усередненого відхилення  $S$  (від площинності) клеєного щита від лінійних розмірів структурного елемента

**Висновки:**

1. Розроблено технологічний процес виготовлення клеєних щитів із деревинних кускових відходів, реалізація якого у виробничих умовах дасть змогу отримати якіснішу продукцію.
2. Отримано рівняння регресії другого порядку, з використанням В-плану, що описує залежність впливу зміни лінійних розмірів структурних елементів клеєних щитів на їх формостійкість.
3. Здійснено оптимізацію лінійних розмірів структурних елементів, внаслідок якої встановлено лінійні розміри структурних елементів клеєних щитів, за яких можна досягнути мінімального відхилення від площинності.

**Література**

1. Быковский В.Н. Деревянные клееные конструкции / В.Н. Быковский, Б.С. Соколовский. – М.: Изд-во Машстройиздат, 1949. – С. 151-153.
2. Ковальчук Л.М. Технология склеивания / Л.М. Ковальчук. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1973. – 208 с.
3. Попов Н.А. Склеивание древесины (производство клееных заготовок) / Н.А. Попов. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1972. – С. 33.
4. Вольтский В.Н. Технология клееных материалов : учебн. пособ. [для студ. ВНЗ] / В.Н. Вольтский. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – Архангельск : Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003., 280 с.
5. Кривик О.О. Динаміка зміни формостійкості щитів клеєних з поєднанням різних порід деревини / О.О. Кривик, В.О. Масвський // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2011. – Вип. 37.1. – С. 30-33.

6. Кійко І.О. Визначення ролі деревини та деревних матеріалів в меблевому виробництві на основі соціологічного дослідження / І.О. Кійко // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2013. – Вип. 39.1 – С. 113-117.

7. Kiyko I.O. Possibilities of the woodworking industry's wastes using for manufacturing of the furniture boards with improved aesthetic properties / I.O. Kiyko // Pokroky vo vyrobe a pozuiti lepidiel v drevopriemysle (adhesives in woodworking industry). Technical University in Zvolen (Slovakia). Proceedings of the XXI symposium. Vydavatelstvo TU Zvolen. – 2013. – S. 107-112.

8. ГОСТ 6449.3-82 "Допуски формы и расположения поверхностей".

**Кійко І.О. Влияние размеров структурных элементов клееных щитов на их формоустойчивость**

Учитывая экономические и технологические преимущества, можно считать, что одним из рациональных способов использования массивной древесины для мебельных изделий являются клееные щиты. Клееные щиты, изготовленные из кусковых древесных отходов, удачно сочетают красоту материала и значительно удешевляют производство, способствуя решению вопросов ресурсосбережения. Предложено технологический процесс изготовления клееных щитов из кусковых отходов древесины. Получена регрессионная зависимость, которая позволяет идентифицировать влияние длины и ширины структурных элементов клееного щита на его формоустойчивость. Определены размеры структурного элемента, при которых отклонение от плоскостности является минимальным.

**Ключевые слова:** клееный щит из кусковых отходов, отклонения от плоскостности, линейные размеры структурных элементов.

**Kiyko I.O. The Impact of the Structural Element Sizes on the Furniture Board Form Stability**

Glued panels can be assumed to be one of the reasonable ways to use solid wood for furniture products, considering the economic and technological advantages. Glued panels made of lumpy wood waste material successfully combine beauty and are much cheaper for production, contributing to the solution of saving wood material problems. The technological process of glued panel manufacturing using lumpy wood waste is suggested. Regressive dependence that allows us to identify the impact of the length and width of individual items of furniture board on its shape stability is obtained. Structural element dimensions in which the deviation from flatness is minimal are defined.

**Key words:** glued timber, lump waste, flatness deviation, linear dimensions, structural elements.

УДК 656.057

Ст. викл. Д.В. Руденко, канд. техн. наук;

курсант В.І. Рицький – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАСПОКОЄННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ ПІД ЧАС ВІЇЗДУ ОПЕРАТИВНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ВИКЛИКОМ**

Розглянуто питання організації безпечного виїзду оперативних транспортних засобів із підрозділів Державної служби надзвичайних ситуацій України за викликом із заспокоєнням світлофорного регулювання для стримування транспортного потоку на вулично-дорожній мережі. Запропоновано підсистему стримування транспортного потоку вулично-дорожньої мережі міста та звільнення смуги для виїзду оперативних транспортних засобів за викликом зі зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій та дорожньо-транспортних пригод іншими учасниками дорожнього руху.

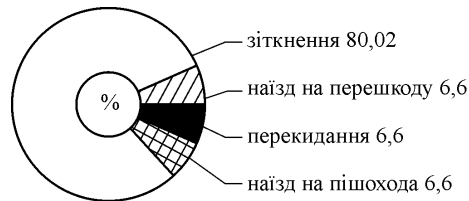
**Ключові слова:** Світлофор, регулювання транспортними потоками, інтенсивність руху, безпека руху.

**Постановка проблеми.** Швидке зростання інтенсивності дорожнього руху на вулично-дорожній мережі (ВДМ) є актуальною проблемою сьогодення. Нині кількість транспортних засобів збільшується набагато швидше, аніж розвивається транспортна інфраструктура міст, більшість яких побудована за часів СРСР і не була розрахована на таку кількість транспортних засобів. Таким чином, затори стали звичною справою для водіїв великих міст, які можуть бути до декількох кілометрів. Значна кількість ДТП відбувається на перехрестях, при цьому паралізуючи транспортний потік вулично-дорожньої мережі міста. Водночас, оперативні транспортні засоби підрозділів ДСНС, слідуючи за місцем виклику, потрапляють в затори, що збільшує час прибуття. Не мало вагомим фактором є те, що водії досить часто ігнорують правила дорожнього руху (ПДР) України і не надають переваги оперативним транспортним засобам із ввімкненою світловою та звуковою сигналізацією. Через халатність до виконання правил дорожнього руху, тобто не надаючи переваги в русі, у ДТП потрапляють і оперативні транспортні засоби, унеможливаючи подальший рух за викликом.

Проаналізувавши ДТП серед транспортних засобів підрозділів ДСНС [1], встановлено, що найбільшу кількість ДТП скоєно водіями ДСНС України у квітні, червні, липні, вересні та грудні 2013 р., коли ВДМ мають щільний транспортний потік та несприятливі погодні умови, які найбільш впливають на безпеку дорожнього руху. Поширеними видами дорожньо-транспортних пригод залишаються зіткнення (80,2 %), наїзд на пішохода (6,6 %), наїзд на перешкоду (6,6 %) та перекидання (6,6 %) – табл. 1.

**Табл. 1. Кількісний розподіл ДТП за способами їх скоєння**

№ з/п	Способи скоєння ДТП	На службовому транспорті
1	Зіткнення	12
2	Наїзд на пішохода	1
3	Перекидання	1
4	Наїзд на перешкоду	1
5	Наїзд на велосипедиста	-
6	Наїзд на транспортний засіб, що стоїть	-

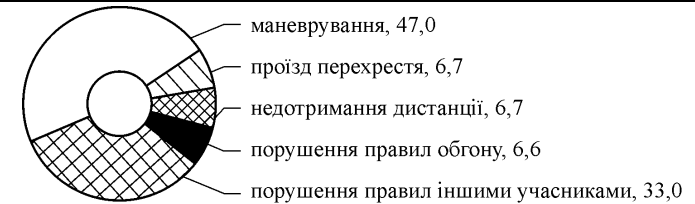


**Рис. 1. Відсотковий розподіл ДТП за способами їх скоєння на службовому транспорті**

Основними причинами ДТП, що були скоєні протягом звітного періоду (рис. 2), є порушення правил маневрування – 7 випадків (47 % від усіх ДТП), а також проїзд перехресть – 1 випадок (6,7 %), недотримання дистанції – 1 випадок (6,7 %), порушення правил обгону – 1 випадок (6,6 %) та порушення правил дорожнього руху іншими учасниками дорожнього руху – 5 випадків (33,0 %) – табл. 2.

**Табл. 2. Порушення ПДР, що зумовили скоєння ДТП**

№ з/п	Види порушень	На службовому транспорті
1	Порушення ПДР іншими учасниками руху	5
2	Проїзд перехресть	1
3	Маневрування	7
4	Недотримання дистанції	1
5	Недотримання заходів безпеки під час технічного обслуговування	-
6	Порушення правил обгону	1
7	Керування несправним транспортним засобом	-



**Рис. 2. Відсотковий розподіл порушень ПДР, що призвели до скоєння ДТП на службовому транспорті**

На думку зарубіжних та вітчизняних фахівців, вирішенням цієї проблеми є встановлення автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУ ДР) та вдосконалення роботи світлофорного регулювання вулично-дорожньої мережі міста, встановивши оптимальні параметри циклів перемикання світлофорів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз діючих автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУ ДР) [2-3] дав змогу визначити основні функціональні можливості таких систем:

- ручне управління режимами роботи світлофорів за місцем;
- диспетчерське управління режимами роботи світлофорів із центрального пункту управління АСУ ДР, у разі потреби оперативного управління дорожнім рухом;
- режим "зеленої вулиці";
- жорстке координоване управління дорожнім рухом з центрального пункту управління АСУ ДР за допомогою заданих програм координації дорожнього руху, причому вибір програм координації відбувається за запитом оператора АСУ ДР або автоматично залежно від часу доби;
- управління дорожнім рухом відповідно до резервної програми.

Основним недоліком розглянутих систем є відсутність засобів, що дають змогу АСУ ДР реагувати на зміни параметрів транспортного потоку в реальному часі. Тому актуальністю цієї тематики є заспокоєння транспортних потоків вулично-дорожньої мережі міста, вдосконаленням параметрів світлофорного циклу.

**Метою роботи** є розроблення підсистеми стримування транспортного потоку вулично-дорожньої мережі міста – з одного боку та звільнення смуги для виїзду оперативних транспортних засобів за викликом зі зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій та ДТП іншими учасниками дорожнього руху – з іншого.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо, що від середньої швидкості руху транспортних засобів залежить ймовірність та кількість здійснення дорожньо-транспортних пригод на певних ділянках вулично-дорожньої мережі міста. Але

наразі не можна дати відповідь на питання: які характеристики дорожнього руху має кількісний взаємозв'язок.

Щодо характеру цієї залежності необхідно взяти за основу певну гіпотезу для врегулювання питання кількісного взаємозв'язку. За умови використання цієї гіпотези буде постійне збільшення швидкості руху транспортних засобів, яке буде сприяти постійному збільшенню кількості ДТП ( $N_{ДТП}$ ). Отже, ця гіпотеза про лінійний взаємозв'язок не відповідатиме реальності. Як робочу прийнято експоненціальну гіпотезу залежності  $N_{ДТП} = f(V)$ .

Під час визначення оптимальної швидкості в зонах заспокоєння руху проведено перевірку доцільного використання саме цієї залежності. Таким чином, математичне трактування прийнятої робочої гіпотези матиме такий вигляд: експоненціальній залежності повинна підпорядковуватись кількість ймовірних ДТП ( $N_{ДТП}$ ) на певній ділянці зони заспокоєного руху

$$N_{ДТП} = N_0 \times (1 - e^{-\alpha V}), \quad (1)$$

де:  $N_0$  – кількість можливих ДТП, до якої прямує  $N_{ДТП}$  при прямуванні  $V$  до нескінченності;  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує залежність  $N_{ДТП}$  від швидкості руху  $V$ .

Зазвичай ділянки магістралей мають різну довжину в зонах заспокоєння руху з однаковими характеристиками транспортних потоків (інтенсивності та швидкості руху). Необхідно навести кількість ДТП до питомого значення на певній, але однакової довжини, ділянці, для того, щоб мати змогу порівняти умови безпеки руху та уніфікувати цей показник.

З огляду на це, якщо значення  $N_{ДТП}$  визначене для ділянки довжиною  $L$ , то його приведено до елементарної ділянки одиничної довжини  $L_0$ . Тому для характеристики реальної довжини ВДМ у відносних одиницях (кількості елементарних ділянок) введено коефіцієнт  $k = \frac{L}{L_0}$ . Для питомої кількості ДТП можна

записати вираз елементарної ділянки дороги довжиною  $L_0$ :

$$n_{ДТП} = n_0 \times (1 - e^{-\alpha V}), \quad (2)$$

де

$$n_{ДТП} = \frac{N_{ДТП}}{k}; \quad n_0 = \frac{N_0}{k}. \quad (3)$$

Значення  $n_{ДТП}$  буде характеристикою, яка дасть змогу провести порівняльний аналіз умов безпеки руху на двох різних ділянках ВДМ. У формулі (1) не визначеним є показник  $N_0$ , у формулах (2) та (3) невизначеним є значення  $n_0$ , які не можуть бути визначеними як експериментальним шляхом, так і математичною константою. Це все можна пояснити тим, що в реальності не може бути режиму руху транспортного потоку з  $V \rightarrow \infty$ .

Закономірності подібного режиму не існують, оскільки не може існувати цей режим, тому він навіть не може бути штучно змодельований шляхом аналітичного моделювання на ЕОМ. Отже, значення  $N_0$  (або  $n_0$ ) можна розглянути як складові відповідних формул, але такі, що не можуть бути визначені, хоча і мають очевидний фізичний сенс.

Пропонується розв'язання задачі визначення величини  $N_0$  наступним чином. Визначено середні значення  $N_{ДТП1}$  та  $N_{ДТП2}$  на двох різних ділянках при відповідних швидкостях руху  $V_1$  та  $V_2$ , враховуючи єдність та ймовірність природи виникнення ДТП. Потім складено таку систему рівнянь:

$$\begin{aligned} N_{ДТП1} &= N_0 \times (1 - e^{-\alpha V_1}); \\ N_{ДТП2} &= N_0 \times (1 - e^{-\alpha V_2}), \end{aligned} \quad (4)$$

яка може бути перетворена шляхом логарифмування наступним чином:

$$\begin{aligned} \ln N_{ДТП1} &= \ln N_0 - (\alpha V_1) \times \ln N_0; \\ \ln N_{ДТП2} &= \ln N_0 - (\alpha V_2) \times \ln N_0, \end{aligned} \quad (5)$$

віднімаючи друге рівняння з першого, отримано:

$$\begin{aligned} \ln N_{ДТП1} - \ln N_{ДТП2} &= (\alpha V_1) \times \ln N_0 - (\alpha V_2) \times \ln N_0 = \ln N_0 \times \alpha \times (V_1 - V_2) \Rightarrow \\ \ln \frac{N_{ДТП1}}{N_{ДТП2}} &= \ln N_0 \times \alpha \times (V_1 - V_2), \end{aligned} \quad (6)$$

звідки отримано:

$$\ln N_0 = \ln \frac{N_{ДТП1}}{N_{ДТП2}} \times \ln \frac{V_2}{V_1}. \quad (7)$$

Кінцеву формулу для визначення величини  $N_0$  отримано після потенціювання:

$$N_0 = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\ln \frac{N_1}{N_2}}. \quad (8)$$

Так само із значенням:

$$n_0 = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\ln \frac{N_1}{N_2} \times \frac{k_2}{k_1}}. \quad (9)$$

Отже, для визначення розрахункового значення  $N_0$  або  $n_0$  потрібно обрати дві ділянки ВДМ довжиною  $L_1$  і  $L_2$ , порахувати на кількість ДТП, що стається ( $N_{ДТП1}$  та  $N_{ДТП2}$ ), та середні швидкості транспортного потоку ( $V_1$  і  $V_2$ ) за певний інтервал часу  $T_0$  (доцільно брати  $T_0 = 1$  рік). Коли прийнято значення  $L_0 = 1$  км, необхідно визначити значення  $k_1$  і  $k_2$ . Після розрахунків зазначених величин, значення  $N_0$  або  $n_0$  можна розраховувати за допомогою формул (8) або (9).

Для вибору цільової функції оптимізації швидкості руху автотранспорту в зонах заспокоєння руху, потрібно насамперед здійснити вибір цільової функції, що стане формулою, якою буде визначатись оптимальна швидкість руху пересування автотранспорту в зонах заспокоєння руху.

Загальні витрати ( $C_{\Sigma}(V)$ ) в математичному вигляді формалізовано як цільову функцію оптимізації:

$$C_{\Sigma}(V) = C_V(V) + C_{ДТП}(V), \quad (10)$$

де:  $C_V(V)$  – втрати, пов'язані із затримками автотранспорту, які обумовлені зниженням середньої швидкості сполучення в зоні заспокоєного руху;  $C_{ДТП}(V)$  – втрати, пов'язані з можливим збільшенням середньої кількості ДТП у зоні заспокоєного руху за рахунок зростання швидкості сполучення.

Застосовуючи питомі значення цих показників, поєднано їх у єдину формулу та можна визначити їх з розрахунку на одну одиницю шляху сполучення ( $L_0$ ). Значення  $C_V(V)$  визначено з таких міркувань:

$$C_V(V) = \frac{L_0}{V} \times q \times C_{\text{час1}} = \frac{L_0 \times \lambda \times C_{\text{час1}}}{V^2} = \frac{K_t}{V}, \quad (11)$$

де:  $q = \frac{\lambda}{V}$  – щільність транспортного потоку на ділянці  $L_0$ ;  $\lambda$  – інтенсивність руху;  $C_{\text{час1}}$  – вартість 1 год затримки ТЗ у сполученні.

З формули (11) випливає, що функціональна залежність  $C_V(V)$  є гіперболічною. Будучи лише у незв'язаних, вільних потоках, значення  $C_V(V)$  залишається пропорційним значенню  $\lambda$  за умови додержання  $V = \text{const}$ .

Із застосуванням зазначених вище формул (8) та (9), визначатиметься друга складова формули (10). Також необхідно враховувати середні втрати, які пов'язані зі здійсненням одного ДТП ( $C_{\text{ДТП}}$ ).

Отже, друга складова формули (10), з урахуванням формул (8) та (9), матиме такий вигляд:

$$C_{\text{ДТП}}(V) = C_{\text{ДТП}} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{\ln N_1}{N_2}} \times (1 - e^{-\alpha V}), \quad (12)$$

де  $C_{\text{ДТП}}$  – середня вартість одного ДТП,

$$\text{або: } C_{\text{ДТП}}(V) = C_{\text{ДТП}} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{\ln N_1 \times k_2}{N_2 \times k_1}} \times (1 - e^{-\alpha V}). \quad (13)$$

Розрахунок  $C_{\text{ДТП}}(V)$  здійснюються за допомогою формул (12) та (13), залежно від того береться в розрахунках  $L$  або  $L_0$ .

Цільову функцію оптимізації швидкості в зоні заспокоєного руху можна остаточно записати після визначення складових загальних втрат  $C_{\Sigma}(V)$  у такому вигляді:

$$C_{\Sigma}(V) = \frac{K_t}{V} + C_{\text{ДТП}} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{\ln N_1 \times k_2}{N_2 \times k_1}} \times (1 - e^{-\alpha V}). \quad (14)$$

**Висновки.** З метою забезпечення зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій та ДТП іншими учасниками дорожнього руху під час виїзду оперативних транспортних засобів за викликом, була розроблена методика з визначення питомої кількості ДТП на ділянках ВДМ, що дало змогу нам порівняти умови безпеки руху транспорту на різних ділянках зони заспокоєного руху. Також запропоновано структуру оптимізації швидкості пересування інших учасників дорожнього руху (транспортних засобів) за допомогою цільової функції, яка дала можливість враховувати рух транспортного потоку за умов виникнення ДТП, які зумовлені можливим зниженням швидкості руху до її оптимального значення, що допомогло сформулювати задачі з оптимізації швидкісного режиму в зонах заспокоєного руху.

## Література

1. Додаток до наказу ДСНС від 31.01.2014 № 58 "Аналіз стану аварійності та організації безпеки дорожнього руху у підрозділах ДСНС України у 2013 році".
2. Муниципальное учреждение "Автоматизированная система управления дорожным движением" г. Казани. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://asudd.ru/>.
3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление / Д. Дрю и др. – М. : Изд-во "Транспорт", 1972. – 424 с.

### **Руденко Д.В., Рицкий В.И. Организация успокоения транспортных потоков на улично-дорожной сети при выезде оперативных транспортных средств по вызову**

Рассмотрен вопрос организации безопасного выезда оперативных транспортных средств из подразделений Государственной службы чрезвычайных ситуаций Украины по вызову с применением светофорного регулирования для сдерживания транспортного потока на улично-дорожной сети. Предложены подсистемы сдерживания транспортного потока улично-дорожной сети города и освобождения полосы для выезда оперативных транспортных средств по вызову с уменьшением вероятности возникновения аварийных ситуаций и дорожно-транспортных происшествий другими участниками дорожного движения.

**Ключевые слова:** светофор, регулирования транспортными потоками, интенсивность движения, безопасность движения.

### **Rudenko D.V., Rytskiy V.I. Providing Traffic Flow Smoothing on the Road Network during On-Call Migration of Emergency Vehicles**

The problem of the safe exit of emergency vehicles subdivisions of the State Service of Ukraine Emergencies Call using the traffic light regulation to curb traffic flow on the road network is considered. Subsystems are offered to curb traffic flow on the city road network and firing lanes for driving operational transport vehicles on call with a decrease in the likelihood of accidents and traffic accidents of other road users.

**Key words:** traffic lights, regulation of traffic flow, traffic, traffic safety, emergency vehicle.

**УДК 674.81** *Ст. викл. Р.Й. Салдан<sup>1</sup>, канд. техн. наук; доц. О.О. Шепелюк<sup>1</sup>, канд. техн. наук; доц. М.М. Копанський<sup>1</sup>, канд. техн. наук; І.В. Вакулін<sup>2</sup>*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВМІСТУ ДРІБНОЇ ФРАКЦІЇ ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ ВІД ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГРАНУЛЯТОРА ТА ЇХ ТРАНСПОРТУВАННЯ**

Проаналізовано вплив технічного стану матриці та роликів гранулятора на вміст дрібної фракції під час виготовлення паливних гранул. Встановлено, що зношення матриці та роликів спричиняє збільшення кількості дрібної фракції. Рекомендовано експлуатацію матриці доцільно здійснювати доти, поки вміст дрібної фракції не перевищує 1,0 %. Розглянуто транспортування паливних гранул за схемою виробник – споживач, як один з невикористаних чинників впливу на вміст дрібної фракції в готовому продукті. Доведено, що для того щоб після транспортування продукція відповідала технічним вимогам, вміст дрібної фракції на момент виготовлення паливних гранул не повинен перевищувати 0,9 %.

**Ключові слова:** гранули, дрібна фракція, матриця, ролики, транспортування.

<sup>1</sup> НЛТУ України, м. Львів;

<sup>2</sup> контролер якості ТзОВ "Барлінек Інвест"