

Шифр роботи “Екструдер”

**НАУКОВА РОБОТА**

**«ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ  
ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА З РОСЛИННОЇ БІОМАСИ»**

2019 р.

## РЕФЕРАТ

Наукова робота: 30 стор., 7 рис., 7 табл., 13 джерел.

Для України та всього світу виробництво твердого біопалива з рослинної біомаси є перспективним напрямком, бо в Україні енергетична криза, яка призводить до глобальних екологічних проблем та надзвичайних ситуацій. Тверде біопаливо з рослинної біомаси – це продукт переробки рослинних відходів сільського господарства, лісної галузі, переробної та харчової промисловості, таких як солома, костриця льону, лушпиння насіння соняшнику, деревинні залишки та ін. Для виробництва твердого біопалива необхідно мати сучасне обладнання та технологічний процес, які будуть безпечними, як для працівників, так і для навколишнього середовища та не будуть створювати надзвичайних ситуацій, тому дослідження факторів небезпек, оцінка ризиків та вдосконалення заходів з технічної безпеки є **актуальним** питанням безпеки праці.

**Мета роботи** – комплексна оцінка шкідливих та небезпечних факторів при виробництві паливних брикетів з рослинної біомаси і розробка заходів зі зменшення їх дії на пожежовибухонебезпеку виробництв, організм людини та навколишнє середовище.

### **Задачі роботи:**

1. Ідентифікувати та проаналізувати шкідливі і небезпечні фактори, модернізувати методіку і оцінити ризики виробничого середовища, процесів та обладнання.
2. Визначити рівень шкідливих і небезпечних факторів та встановити їх відповідність існуючим нормам і стандартам.
3. Визначити категорію виробничого приміщення за пожежовибухонебезпекою та її зменшення.
4. Проаналізувати існуючі заходи зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів.

5. Розробити заходи з підвищення технічної безпеки та зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів.

**Об'єкт дослідження** – рівень безпеки праці в ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» та ФОП «Махно С.М.» – в підприємствах для виробництва твердого біопалива з рослинної біомаси.

**Предмет дослідження** – небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які виникають при виробництві твердого біопалива з рослинної біомаси.

**Методи дослідження**: Теоретичні дослідження базувалися на системному аналізі небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, процесів та обладнання, ідентифікації ризиків. Експериментальні дослідження базувалися на теорії планування експерименту і математичної статистики. Лабораторні дослідження проводили за методами і методиками відповідно до стандартів і нормативно-технічної документації. Обробка результатів експериментів виконувалася із застосуванням стандартних комп'ютерних програм, нових підходів, розроблених на базі математичної статистики.

**Наукова новизна:**

1. Вперше було встановлено, що виробництво твердого біопалива з рослинної біомаси є вибухопожежонебезпечним.

2. Встановлено, що основних джерелом утворення пилу служать екструзійні, торцювальні та подрібнювальні процеси. Були виявлені найбільш високі рівні шуму в робочій зоні біля дробарки, екструдеру то торцювального пристрою (різаку). При вологості сировини більше 8%, під час екструзії утворюються парові пробки, які призводять до опіків.

3. Запропоновано замінити звичайні циклони, на активні циклони з додатково створеним тиском, який виникає за рахунок модернізації існуючих циклонів, в конструкцію яких додається, електродвигун, вал та лопаті.

4. Для експрес аналізу паливних брикетів запропоновано використовувати жароміцні кліщі.

5. Для попередження виникнення опіків під час технічного обслуговування екструдера, сушарки та торцювального пристрою запропоновано встановлювати термодатчики та термокостюм.

**Практичні рекомендації** впроваджені на підприємстві по виробництву екструдерів ТОВ "ЧеркасиЕлеваторМаш" та паливних брикетів на ФОП «Махно С.М.», Волинська обл., Луцький район, с. Липини. Теоретичні та експериментальні результати досліджень впроваджені у навчальний процес Національного університету цивільного захисту України при викладанні дисциплін «Атестації та паспортизація робочих місць і ергономіка» та «Моніторинг охорони праці та теорія професійних ризиків».

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЕКСТРУДЕР, ФАКТОРИ НЕБЕЗПЕКИ ТА РИЗИКИ, ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО, РОСЛИННА БІОМАСА, ОБЛАДНАННЯ, ФІЗИЧНІ ФАКТОРИ НЕБЕЗПЕК, ХІМІЧНІ ФАКТОРИ НЕБЕЗПЕК, ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНЕ ВИРОБНЦТВО, ЖАРОМІЦНІ КЛІЩІ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Аналіз робіт присвячених підвищенню безпечності виробництв твердого біопалива з рослинної біомаси.....	7
1.2. Аналіз методів оцінювання виробничих ризиків.....	8
РОЗДІЛ 2. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ, РИЗИКІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ.....	13
2.1. Фізичні та хімічні фактори небезпек та ризики, обладнання лінії для виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси.....	13
2.2. Рівень шкідливих і небезпечних факторів, їх відповідність нормам і стандартам та оцінка ризиків.....	14
2.3. Визначення категорії виробничого приміщення за пожежовибухонебезпекою та її зменшення.....	19
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ І РОЗРОБКА НОВИХ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗІ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ РИЗИКІВ, ШКІДЛИВИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ.....	24
3.1. Аналіз існуючих заходи зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів.....	24
3.2. Заходи з підвищення технічної безпеки та зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів.....	26
3.3. Підвищення рівня безпеки оператора екструдера для виготовлення паливних брикетів з рослинної біомаси.....	28
ВИСНОВК.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	31
ДОДАТКИ.....	33
Додаток А. RIF анкета для спостережень.....	34
Додаток Б. Активний циклон з додатково створеним зниженим тиском.....	38
Додаток В. Термокостюм робітника екструдера для виготовлення паливних брикетів.....	42

## ВСТУП

Для України та всього світу виробництво твердого біопалива з рослинної біомаси є перспективним напрямком, бо в Україні енергетична криза, яка призводить до глобальних екологічних проблем та надзвичайних ситуацій. Тверде біопаливо з рослинної біомаси – це продукт переробки рослинних відходів сільського господарства, лісної галузі, переробної та харчової промисловості, таких як солома, костриця льону, лушпиння насіння соняшнику, деревинні залишки та ін. Для виробництва твердого біопалива необхідно мати сучасне обладнання та технологічний процес, які будуть безпечними, як для працівників, так і для навколишнього середовища та не будуть створювати надзвичайних ситуацій, тому дослідження факторів небезпек, оцінка ризиків та вдосконалення заходів з технічної безпеки є **актуальним** питанням безпеки праці.

Сучасні технології та обладнання виявилися досить небезпечними. Нерозуміння цього як при проектуванні, так і при експлуатації цих виробництв призводить до аварій та вибухів з важкими наслідками. Тому впровадження безпечного виробництва твердого біопалива з рослинної біомаси є проблемним питанням.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1. Аналіз робіт присвячених підвищенню безпеки виробництв твердого біопалива з рослинної біомаси

В роботі [1] наведена оцінка небезпек викидів пилу та газів при переробці зернових відходів, встановлено значне перевищення концентрації пилу, запропонована методологія утилізації пиловидних відходів, в їх екструзійному перетворенні з дисперсної структури в гранульовану, представлено ефективний прес-екструдер, який дозволяє знизити пилоутворення, пожежовибухонебезпеки, але він не вирішує розв'язання проблем утворення шкідливих газів та ін. небезпек.

Враховуючи фактор професійного ризику на лісогосподарських підприємствах, а саме оцінку професійного ризику згідно з причинами травмування працюючих, критеріями виробничого ризику та ранжуванням експертного опитування щодо впливу виробничих факторів на безпеку праці й оптимізації заходів щодо вдосконалення управління охороною праці та профілактики виробничого травматизму, автором роботи [2] були подані рекомендації про пріоритетні напрями витрат на заходи з охорони праці, але в цій роботі приведені заходи, які не враховують особливості технологічного процесу переробки деревинних відходів у біопаливо.

Автор роботи [3] ставить задачу мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище і на здоров'я людини деревообробними підприємствами шляхом переробки деревинних залишків (відходів) на паливні брикети. При цьому знижується ризик парникового ефекту та можливості утворення кислотних дощів, за рахунок викиду діоксиду сірки. В роботах [3-4] стверджується, що паливні брикети виділяють мало диму, але не враховують шкідливу дію хімічних та механічних факторів при виробництві паливних брикетів, запиленість виробничих приміщень та рівень шкідливих газів.

Аналізом виробничого процесу, в роботі [5-6] було встановлено, що вибухи та пожежі технологічного обладнання зумовлюють пил та гарячі частки спресованої деревини, що рухаються всередині магістралей виробництва паливних гранул. Для виявлення іскорнеобхідно встановлювати чутливі детектори, які працюють в інфрачервоній зоні. Впровадження комплексних рішень запобігання пожежам на виробництвах паливних гранул повинно передбачати вчасне виявлення іскор, ефективно їх гасіння та систему контролю стану безпеки. Даний спосіб враховує специфіку виробництва тільки гранул та не враховує проблеми транспортування паливних брикетів та є локальним, діє на певній ділянці транспортування.

Робота [7] спрямована на дослідження потенційного використання піролізованих апельсинових шкірок як твердих біопалив та біосорбції важких металів. Суха біомаса та біопаливо показали помірний рівень вуглецю (44-62%), високий вміст кисню (30-47%), зниження рівня водню (3-6%), азоту (1-2,6%), сірки (0,4-0,8%) та золи з максимумом 7,8%. Результати, отримані в цій роботі, показали, що потенційне використання відходів апельсинової шкірки як біосорбенту та твердого біопалива можливе, цей продукт може використовуватися в промислових процесах, але в цій роботі не проаналізовано небезпечні фактори не оцінено ризики, які можуть призвести до надзвичайних ситуацій та не враховано вибухонебезпечність органічного пилу, а також токсичність виробництва.

Наведені вище роботи комплексно та систематично не вирішують проблему небезпечних факторів та ризиків вибухонебезпечного виробництва твердого біопалива з рослинної біомаси.

## 1.2. Аналіз методів оцінювання виробничих ризиків

В роботі [8] представлено метод, який застосовує вербальні функції та запропоновано підхід, що дозволяє практично виключити суб'єктивізм при оцінці ймовірностей подій і їх наслідків, однак він вимагає зосередженої роботи



і високої кваліфікації фахівців, які становлять вербальні описи різних ситуацій. Сутність цього методу є те, що певному значенню ймовірності події ставиться у відповідність вербальне характерне описування певної ситуації. При аналізі певної ймовірності необхідно використовувати особливі правила. Певна подія має відмінні наслідки: легкі травми або летальний випадок, при цьому не настання нещасного випадку не враховується. Відмітна особливість запропонованого підходу полягає в його вираженою проактивності (спрямованістю на оволодіння ситуацією для досягнення поставленої мети). При певній ситуації ризик оцінюється без оцінювання повторення події, яка передбачається. Головною сутністю підходу є те, що він не гарантує виключення негативного результату, тому все одно буде отримано цей результат. Завдання полягає тільки в тому, щоб оцінити суму потенційних збитків від не виключених повністю результатів. Оцінюється ймовірність настання події на самому справі позначає величину, зворотну інтервалу часу, який можна запланувати для прийняття заходів управління ризиком.

Одержана оцінка не є «ризиком» в точній відповідності з визначенням. Ця оцінка буде не адекватною, а уникнення ризику можливо (відповідно до аксіомам культури безпеки) тільки виключенні джерел ризику.

Одним з непрямих методів кількісної оцінки виробничих ризиків є метод (система) Елмері [9]. Систему Елмері розробив Інститут професійного охорони здоров'я Фінляндії та Управління з ОП при Міністерстві соціального забезпечення і охорони здоров'я Фінляндії.

В системі Елмер рівень ризиків в підрозділі і на підприємстві оцінюється за так званим індексом безпеки (індекс Елмері):

$$\text{Індекс Елмері} = \frac{\text{пункти "погано"}}{\text{пункти "добре"} + \text{пункти "погано"}} \times 100(\%) \quad (1.1)$$

Індекс позначає процентне співвідношення, значення якого може бути від 0 до 100. Наприклад, результат 60% показує, що 60 пунктів з 100 відповідає вимогам.

Недоліком системи Елмері є те, що при використанні цього методу фактори впливають на безпеку праці та мають бути прийнятими рівнозначними. Наприклад, по одному балу в «скарбничку» невідповідностей принесуть: відсутність огорожень під час роботи на висоті і недостатньої ширини проходи між столами в бухгалтерії, робота на шліфувальних верстатах без захисних окулярів і порушення сигнальної забарвлення на кнопці «Стоп». Це в деякій мірі спотворює дійсну картину ризиків організації і не дозволяє планувати заходи з безпеки році з урахуванням значущості ризиків і пріоритетності захисних заходів.

Використання системи Елмері дає можливість запланувати заходи з ОП не безцільно, а з конкретною метою – для усунення виявленої невідповідності. Формування у персоналу організації сучасних поглядів на планування (а саме цільове планування) діяльності в галузі безпеки праці є одним з найважливіших умов впровадження сучасної системи управління та нагляду у галузі ОП.

Таким чином, система Елмері дає можливість кількісно оцінити ризики, які не впливає на процеси визначення певних небезпек на виробництві. У зв'язку з цим роботодавець не має можливості, наприклад, інформувати працівника про наявні на його робочому місці ризики для здоров'я і життя, а може тільки повідомити працівника: які вимоги охорони праці на його робочому місці виконуються, а які – ні.

Для того, щоб найбільш точно оцінювати ризики можливо використовувати нами вдосконалений варіант індексу Елмері, індекс значимості RIF.

За аналогією з індексом Елмері пропонується показник також виражається у вигляді відношення «відповідає» – «не відповідає». Тільки в цьому випадку невідповідності класифікуються по трьом рівнями (рангах):

- пункти з індексом «R» – є обов'язковими (найбільш важливі, критичні), які є вимогами безпеки, недотримання яких призведе до травми або до профзахворювання (справність інструменту, наявність захисних екранів,

блокувань та ін.). У цю групу рекомендується включати також всі нормативні та правові акти з безпеки праці;

- пункти з індексом «I» мають надважливі вимоги з безпеки праці, недотримання яких може не призводити до травмування або до захворювання, але вказує недостатній рівень організації діяльності з безпеки праці або може привести до обтяжених наслідків інциденту, нещасного випадку (наявність знаків безпеки, укомплектованість які самі по собі не є обов'язковими аптечок першої допомоги, стан проходів, стан факторів виробничого середовища: шум, освітлення, мікроклімат, повітря робочої зони та ін.);

- пункти з індексом «F» містять рекомендації по організації робочого місця і трудового процесу, які самі по собі не є обов'язковими (носять рекомендаційний характер), але свідчать про увагу керівників і працівників до питань безпеки праці, про рівень виробничої культури і трудової дисципліни (утримання в чистоті приміщень і робочих місць, чистота спецодягу, ергономічні та інші чинники, що сприяють створенню в підрозділі атмосфери затишку, культури і безпеки праці).

Дотримання пунктів R, I, F на обстежуваному робочому місці або в підрозділі (організації) оцінюється, відповідно в 5, 4 і 3 бали. В цьому випадку індекс значимості RIF розраховується за формулою (1.2).

$$RIF = \frac{\text{відповідає}(5R + 4I + 3F)}{\text{невідповідає}(2R + 2I + 2F) + \text{відповідає}(5R + 4I + 3F)} \times 100\% \quad (1.2)$$

Оцінка за індексом значимості RIF дає можливість виконати адекватну оцінку дійсного рівня ризиків і націлити на ті заходи, які треба виконати в першу чергу та на ті, що мають найбільш очікувану результативність.

При регулярному проведенні замірів індексу значимості RIF можливо стежити за зміною рівня безпеки праці. Якщо результати вимірів будуть доведені до всіх працівників, наприклад через дошки оголошень, то кожен на своєму робочому місці може побачити, як змінюється рівень безпеки.

Індекс значимості RIF можна використовувати в якості конкретної і об'єктивної зворотного зв'язку від виконаної роботи щодо поліпшення умов

праці та зниження рівня ризику. Він дає оцінку результативності цієї роботи, заохочує до поліпшень, не викликає негативного сприйняття.

Для проведення спостережень для кожного робочого місця розробляється відповідна анкета, аналогічна протоколу оцінки травмобезпеки. Оцінка проводиться на кожному робочому місці, та результати заносяться в анкету за принципом: «відповідає – не відповідає». Стан елемента, який перевіряється визнається «відповідним», якщо перевіряється вимога або рекомендація повністю дотримані і для поліпшення стану елемента проведення будь-яких заходів не потрібно. Стан елемента, який перевіряється визнається «що не відповідає», якщо він хоча б частково не відповідає встановленим до даного робочого місця вимогам.

Кожного запису «відповідає» присвоюється оцінка (3, 4 або 5) в залежності від категорії вимоги. Потім проводиться підрахунок балів і виводиться індекс значимості RIF, що характеризує рівень безпеки спостережуваного ділянки. Записи «не відповідає» присвоюється оцінка «2».

При наявності компетентних фахівців у роботодавця або із залученням зовнішніх спеціалізованих організацій існує можливість подальшого вдосконалення індексу значимості RIF.

Найбільш раціональним напрямком удосконалення системи оцінки ризиків є застосування ранжирування рівнів вимог та встановлення причинно-наслідкового зв'язку між недотриманням вимог і їх можливими наслідками. В цьому випадку роботодавець свою діяльність щодо поліпшення умов праці буде вести усвідомлено, з опорою на власні ресурси, з урахуванням локальних особливостей виробництва, плануючи досягнення конкретних цілей. Крім того, з'являється можливість інформування працівника не тільки про виявлені невідповідності нормативним вимогам та про пов'язаних з ними потенційні ризики для життя і здоров'я.

## РОЗДІЛ 2. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ, РИЗИКІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

2.1. Фізичні та хімічні фактори небезпек та ризику, обладнання лінії для виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси

Таблиця 2.1.

Фізичні та хімічні фактори небезпек та ризиків, які характерні для обладнання лінії для виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси

Фактор безпеки/ назва обладнання	Бункер накопичувач	Транспортер	Циклон	Сушарка	Дробарка	Екструдер	Охолоджувач	Торцювальний пристрій
Гострі кромки обладнання, інструменту					+			+
Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони	+	+			+	+	+	+
Гарячих або холодні місця повітря робочої зони	+		+	+		+	+	
Підвищена температура поверхні обладнання і матеріалів				+	+	+		+
Підвищений рівень шуму на робочому місці		+	+		+	+		+
Підвищений рівень вібрації на робочому місці		+	+	+	+	+		+
Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини		+	+	+	+	+		+
Підвищений рівень статичної електрики		+	+	+	+	+		+
Підвищений рівень електромагнітних випромінювань				+	+	+		+
Підвищений рівень інфрачервоного випромінювання				+				
Токсичні речовини				+		+	+	
Подразнюючі речовини				+		+	+	

Лінія для виробництва паливних брикетів складається з такого обладнання, як бункер накопичувач, скребковий і стрічковий транспортер, циклон, сушарка барабанного типу, дробарка, екструдер для виробництва паливних брикетів PiniKai, охолоджувач брикетів та торцювальний пристрій [10]. В даному обладнанні відбуваються складні технологічні процеси, які мають цілий комплекс шкідливих та небезпечних факторів та ризиків, які негативно впливають на організм людини, навколишнє середовище та можуть призвести до надзвичайних ситуацій, найбільш значимими ризиками є фізичні та хімічні небезпеки та ризики. Ці небезпеки, які характерні для певного технологічно обладнання наведені у табл. 2.1.

Проаналізувавши табл. 2.1, можливо зробити висновок, що найбільш небезпечним є екструдер для виробництва паливних брикетів, сушарка та торцювальний пристрій. До найбільш значних факторів можливо віднести: підвищену запиленість та загазованість робочої зони, підвищену температуру поверхні обладнання та матеріалів та гострі кромки обладнання і інструменту.

2.2. Рівень шкідливих і небезпечних факторів, їх відповідність нормам і стандартам та оцінка ризиків

Для дослідження були обрані провідні підприємства України такі, як ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» та ФОП «Махно С.М.» [11].

Стан повітря робочої зони визначався відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.014 і за технічною документацією на методи визначення шкідливих речовин в повітрі, затвердженої наказом МОЗ України. Рівень шуму на робочих місцях вимірювали за ГОСТ 12.1.050, джерел шуму - за ГОСТ 12.1.028. Оцінку результатів вимірювання шуму проводили за ГОСТ 12.1.003 і санітарним нормам допустимих рівнів шуму на робочих місцях.

Вимірювання та контроль вібрації проводили за ГОСТ 12.1.012 та методичних вказівок по проведенню вимірів і гігієнічної оцінки виробничих вібрацій, затвердженим Міністерством охорони здоров'я України. Контроль

електробезпеки проводили за ГОСТ 12.1.002. Температуру зовнішньої поверхні обладнання та паливних брикетів вимірювали контактною термопарою з вимірювальним приладом за ГОСТ 9736.

Випадки механічного травмування в ТОВ «ЧеркасиЕлеваторМаш» під час роботи з торцювальним пристроєм, дробаркою та ін. обладнанням має наступний характер у %:

- травмування пальців або кисті рук внаслідок захоплення робочих органів, які обертаються – 45;
- потрапляння до очей літаючого пилю – 40;
- травмування рук або ніг при налагодженні обладнання, установки та демонтажі оброблюваної деталі, кріпленні і зняття деталей – 9;
- травмування тіла частиною брикету, яка вирвалася при різанні – 4;
- травмування пальців рук при збиранні сировини – 2;
- інші випадки травмування – 2.

Одним з значимим зі шкідливих та небезпечним виробничих факторів є органічний пил. Основних джерелом утворення пилю служать екструзійні, торцювальні та подрібнювальні процеси. Під час цих процесів у повітря виділяється високодисперсний пил (0,8-5 мкм), до складу якого, крім органічних входять металеві та мінеральні частинки.

Вміст пилю у повітрі може досягати найбільшої величини при подрібненні та розпилюванні без вентиляційної системи (32-163 мг/м<sup>3</sup>).

При переробці органічних матеріалів відбуваються механічні та фізико-хімічні зміни їх структури, і в повітря робочий зони надходить складна суміш парів, газів і аерозолів. Летючі продукти, що утворюються при тепловому розкладанні (термодеструкції) ряду органічних речовин, є пожежовибухонебезпечними, токсичними та можуть викликати зміни центральної нервової і судинної систем, кровотворних і внутрішніх органів, а також шкірно-трофічні порушення. Тривале вдихання пилю у виробничих умовах може привести до розвитку пилових захворювань бронхо-легеневого

апарату – пневмоконіозівта, хронічного пилового бронхіту. Надзвичайно небезпечно вдихання пилу, газів, що приводить до захворювання бериліозом.

Дані за вмістом пилу в повітрі робочої зони при механічній обробці, в залежності від типу сировини наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Вміст пилу в повітрі робочої зони при механічній обробці, в залежності від типу сировини

Перероблювальна сировина	Вміст пилу, мг/м <sup>3</sup>
Лушпиння соняшнику	800-1000
Тирса	500-754
Солома ячменю	176-238

Спектри шуму більшості обладнання лінії для виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси мають середній та високочастотний характер. Загальні рівні звукового тиску знаходяться в межах від 85 до 100 дБА, що наведено у табл. 2.3. Найбільш високі рівні були зареєстровані в робочій зоні біля дробарки, екструдеру то торцювального пристрою (різаку).

Таблиця 2.3

Рівні звукової потужності обладнання

Тип обладнання	Середньо-геометрична частота октанової частоти, Гц								Рівень звуку дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Дробарка	84±4	85±4	87±5	94±1	97±0	94±1	88±4	86±4	102
Екструдер	87±3	90±3	93±3	89±5	90±3	90±3	87±3	80±3	95
Різак	78±4	90±5	84±4	85±5	85±6	94±5	80±5	80±5	90
Допустиме	95	87	82	78	75	73	71	95	80

Рівень звукової потужності на робочому місці оператора не повинен перевищувати гранично допустимий рівень 70 дБА, то б то необхідно провадити заходи з безпеки для зменшення дії цього фактору.

Таблиця 2.4



## Рівень вібрації та її вплив на організм людини

Тип обладнання	Амплітуда коливань вібрації, мм	Частота вібрації, Гц	Результат впливу
Транспортер	0,016	30	Нервово збудження з депресією
Циклон	0,040	45	
Сушарка	0,045	50	
Торцювальний пристрій	0,047	50	

На робочих місцях, під час роботи з транспортером, сушаркою, дробинкою, екструдером, циклоном та торцювальним пристроєм утворюється вібрація, рівень якої та вплив на організм людини наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.5

Температура робочих органів екструдера та брикетів після екструзії в залежності від типу сировини

Тип сировини	Температура обробки, °С
Деревині залишки	320—350
Лушпиння соняшнику	250—290

Під час виробництва паливних брикетів з рослинної біомаси трапляються опіки рук та можуть трапитися надзвичайна ситуація, причиною яких є гаряча поверхня сушарки, дробарки, екструдера та торцювального пристрою. Особливо небезпечними є поверхня голівки екструдера та паливні брикети після екструзії можуть тліти і є пожежовибухонебезпечними. Температура робочих органів екструдера та брикетів після екструзії, в залежності від виду сировини наведені у табл. 2.5.

Також трапляються опіки, якщо вологість сировини перевищує 8%, це пов'язано з тим, що під час екструзії утворюються парові пробки, сировина вилітає з головки екструдера та травмує робітників.

Технічне обслуговування екструдера та пакування брикетів заборонено, якщо їх температура перевищує 40°C.

Під час екструзії під великим тиском та високою температурою відбувається термічна деструкція, піроліз поверхні паливних брикетів.

Хімічний склад повітря та вміст димових газів, які утворюються при піролізі біомаси майже не залежить від типу сировини. Під час піролізу 1 м<sup>3</sup> сировини утворюється 85-95 м<sup>3</sup> газів, з яких метан та кисень утворює вибухонебезпечну суміш. Повітря в робочій зоні має такий склад у % та підвищену температуру у °С: оксид сірки 10-16;кисень 8-15;оксид азоту9-16;метан 0-0,01; діоксид вуглецю 5-9 та температура димових газів 170-255.

Під час виробництва паливних брикетів, у зоні екструзії утворюється дим [12-13], склад якого наведений у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

## Склад диму при виробництві паливних брикетів, в зоні екструзії

Назва речовини, яка визначається	Швидкість аспірації, л/хв.	Час відбору проб, хв.	Фактична концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Гранично допустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Методика дослідження
Акролеїн	0,5	20	0,5	0,2	МУ 2719-83
Діоксид азоту	0,2	5	3,5	2	МУ 1638-77
Діоксид вуглецю	0,2	5	19,0	20	ТОІЕ АПИ 2.840.087
Пил рослин. походження	20,0	30	10,0	6	МУ 4436-87
Діоксид кремнію	20,0	30	2,0	—	МУ 2391-81

З табл. 2.6 видно, що під час виробництва паливних брикетів, в зоні екструзії утворюються сполуки, рівень яких перевищують гранично допустиму концентрацію та які негативно впливає, як на організм людини та навколишнє середовище.

Рівні небезпечних і шкідливих факторів у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинні перевищувати гранично допустимих значень, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Під час визначення і дослідження шкідливих та небезпечних факторів, була розроблена анкета (додаток А) і оцінено ризик за допомогою формули (1.1.). Результат оцінки ризиків наведено на рис. 2.1.

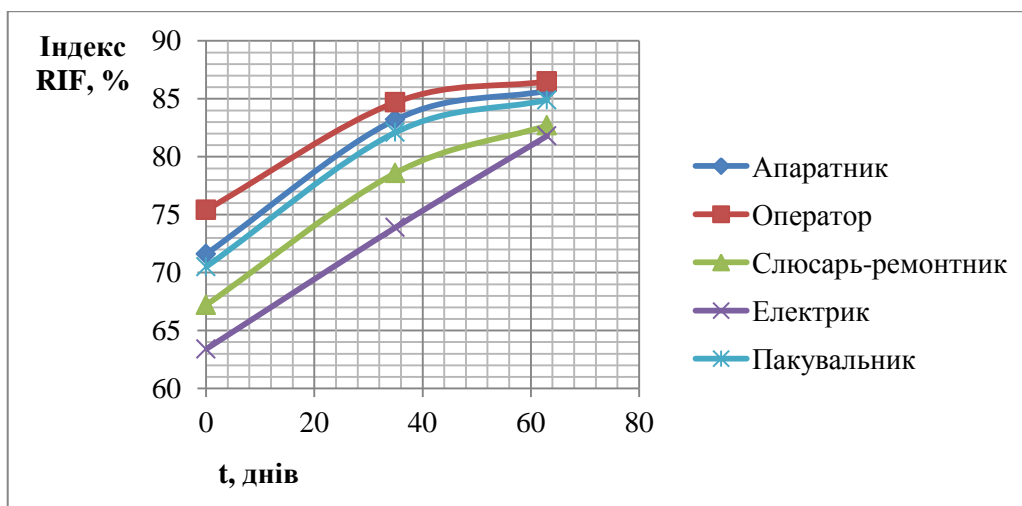


Рис. 2.1. Залежність індексу RIF, від кількості днів до та після впровадження заходів з охорони праці

За 63 дня після першого анкетування вдалося підвищити індекс RIF на 11,1-18,4%, то б то заходи з охорони праці впроваджені на ФОП «Махно С.М.» дали змогу зменшити ризик.

2.3. Визначення категорії виробничого приміщення за пожежовибухонебезпекою та її зменшення

Розрахунок надлишкового тиску вибуху для горючого пилу проводився згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016, за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_E \cdot c_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{k_H}, \quad (2.1)$$

де  $m$  – горючого пилу, кг;  $H_T$  – теплота згоряння, Дж · кг<sup>-1</sup>;

$P_0$  – атмосферний тиск, кПа (допускається приймати таким, що дорівнює 101,3 кПа);

$Z$  – розуміється частка участі завислого горючого пилу у вибуху, за відсутності експериментальних даних про величину  $Z$ , допускається приймати  $Z = 0,5$ ;

$V_{\text{вільн}}$  – вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho_E$  – густина повітря до вибуху при початковій температурі  $T_0$ , кг/м<sup>3</sup>;

$C_p$  – теплоємність повітря, Дж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup> (дозволено приймати такою, що дорівнює  $1,01 \cdot 10^3$  Дж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup>);

$T_0$  – початкова температура повітря, К.

Коефіцієнт  $Z$  участі пилу у завислому стані (аерозоль) у вибуху розраховували за формулою:

$$Z = 0,5 \cdot F, \quad (2.2)$$

де  $F$  – масова частка частинок пилу розміром менше критичного. З перевищенням критичного розміру частинок пилу аерозоль стає вибухобезпечною, а саме такою, що нездатна поширювати полум'я. У разі відсутності можливості отримання даних щодо масової частки пилу розміром частинок менше критичного допускається приймати  $Z = 0,5$ .

Розрахункову масу пилу, що знаходиться у стані аерозолі в об'ємі приміщення в результаті аварійної ситуації,  $m$ , кг, визначали за формулою:

$$m = m_{зв} + m_{ав}, \quad (2.3)$$

де  $m_{зв}$  – розрахункова маса частини відкладеного у приміщенні пилу, що перейшла у стан аерозолі, кг;

$m_{ав}$  – розрахункова маса пилу, що надійшла до приміщення в результаті аварійної ситуації з апаратів та технологічного обладнання, кг.

Розрахункову масу пилу, що перейшов у стан аерозолі,  $m_{зв}$  визначали за формулою:

$$m_{зв} = K_{зв} \cdot m_{п}, \quad (2.4)$$

де  $K_{зв}$  – частка пилу, що відклався у приміщенні, яка здатна перейти у стан аерозолі в результаті аварійної ситуації. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення  $K_{зв}$ , допускається приймати  $K_{зв} = 0,9$ ;

$m_{п}$  – маса пилу, що відклалась у приміщенні до моменту аварії, кг.

Розрахункову масу пилу, що потрапила до приміщення з апарата або технологічного обладнання в результаті аварійної ситуації,  $m_{ав}$ , визначали за формулою:

$$m_{ав} = (m_{ап} + q \cdot \tau) \cdot K_{п}, \quad (2.5)$$

де  $m_{ап}$  – маса горючого пилю, що викидається до приміщення з апарата, кг;

$q$  – витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до аварійного апарата по трубопроводах до моменту їх перекривання,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\tau$  – час перекривання, (відбувається одночасно витікання речовин з трубопроводів, які живлять апарат по прямому і зворотному потоках, протягом часу, який необхідний для перекривання трубопроводів), с;

$K_{п}$  – коефіцієнт пилення, що представляє собою відношення маси пилю у стані аерозолу до усієї маси пилю, який надійшов з апарата до приміщення. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення  $K_{п}$ , допускається приймати:

- для пилю з дисперсністю не менше ніж 350 мкм  $K_{п} = 0,5$ ;
- для пилю з дисперсністю менше ніж 350 мкм  $K_{п} = 1,0$ .

При розрахунку значень критеріїв вибухопожежної небезпеки, як розрахунковий, слід вибирати найбільш несприятливий варіант аварії або період нормальної роботи апаратів, при якому у вибуху бере участь найбільша кількість речовин і матеріалів, найбільш небезпечних щодо наслідків вибуху.

Кількість пилю  $m_{ап}$ , який може утворювати вибухонебезпечну суміш, визначають, виходячи з таких передумов:

- розрахунковій аварії передувало накопичення пилю у виробничому приміщенні, яке відбувалося в умовах нормального режиму роботи (наприклад, внаслідок виділення пилю з негерметичного виробничого обладнання);
- у момент розрахункової аварії відбулась планова (ремонтні роботи) або позапланова розгерметизація одного з технологічних апаратів, в результаті якої відбувся аварійний викид у приміщення усього пилю, що знаходився в апараті.

Масу пилю, що відклався у приміщенні до моменту аварії, визначали за формулою:

$$m_{п} = K_{Г} \cdot (1 - K_{np}) \cdot (m_1 + m_2), \quad (2.6)$$

де  $K_r$  – частка горючого пилу в загальній масі відкладень пилу;

$m_1$  – маса пилу, що осідає на важкодоступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період часу між генеральними прибираннями, кг;

$m_2$  – маса пилу, що осідає на доступних для прибирання поверхнях у приміщенні за період часу між поточними прибираннями, кг;

$K_{пр}$  – коефіцієнт ефективності прибирання пилу, який приймається у разі прибирання пилу вручну:

- у разі сухого прибирання – 0,6;
- у разі вологого прибирання – 0,7.

У разі застосування автоматичних засобів прибирання пилу коефіцієнт ефективності прибирання пилу складає:

- для рівної підлоги – 0,9;
- для підлоги з вибоїнами (до 5 % площі) – 0,7.

Під важкодоступними для прибирання площами розуміють поверхні у виробничих приміщеннях, очищення яких здійснюють тільки під час генеральних прибирань пилу. Під доступними для прибирання площами розуміють поверхні у виробничих приміщеннях, пил з яких видаляють у процесі поточних прибирань (кожної зміни, щодоби тощо).

Маса пилу  $m_i$  ( $i = 1$  (важкодоступні місця);  $i = 2$  (доступні місця)), що осідає на різних поверхнях у приміщенні за період між прибираннями, визначали за формулою:

$$m_i = M_i \cdot (1 - \alpha) \beta_i, \quad (i = 1, 2) \quad (2.7)$$

де  $M_i = \sum_j M_{1j}$  - маса пилу, що потрапляє до об'єму приміщення за період часу між генеральними прибираннями пилу, кг;

$M_{1j}$  – маса пилу, що виділяється одиницею обладнання, яке пилить, за вказаний період, кг;

$M_2 = \sum_j M_{2j}$  – маса пилу, що потрапляє до об'єму приміщення за період часу між поточними прибираннями пилу, кг;

$M_{2j}$  – маса пилу, що виділяється одиницею обладнання, за вказаний період, кг;

$\alpha$  – частка пилу, що потрапляє до об'єму приміщення і який видаляється витяжними вентиляційними системами. У разі відсутності експериментальних даних щодо значення  $\alpha$ , приймають  $\alpha = 0$ ;

$\beta_1, \beta_2$  – частки пилу, який потрапляє до об'єму приміщення та осідає відповідно на важкодоступних і доступних для прибирання поверхнях приміщення ( $\beta_1 + \beta_2 = 1$ ).

У разі відсутності даних щодо значень коефіцієнтів  $\beta_1$  та  $\beta_2$ , допускається приймати  $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$ .

Значення  $M_i$  ( $i = 1, 2$ ) може бути також визначено експериментально (або за аналогією з діючими зразками виробництв) у період максимального завантаження обладнання за формулою:

$$M_i = \sum_j (G_{ij} \cdot F_{ij}) \cdot \tau_i, \quad (i = 1, 2) \quad (2.8)$$

де  $G_{1j}, G_{2j}$  – інтенсивність відкладення пилу відповідно на важкодоступних  $F_{1j}$  ( $\text{м}^2$ ) і доступних  $F_{2j}$  ( $\text{м}^2$ ) площах,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$\tau_1, \tau_2$  – проміжки часу відповідно між генеральними і поточними прибираннями пилу, с.

Суть – використання способу [10] отримання твердого палива з рослинної сировини та присадки, додаток А, дозволив перевести небезпеку виробництва з категорії Б (пожежовибухонебезпечне) в категорію В (пожежонебезпечне), знизивши надлишковий тиск горючого пилу з 6 кПа до 0,25 кПа, який був розрахований за формулою (2.1).

### РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ І РОЗРОБКА НОВИХ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗІ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ РИЗИКІВ, ШКІДЛИВИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ

3.1. Аналіз існуючих заходи зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів

Режими технологічних процесів виробництва твердого біопалива, згідно ГОСТ 12.4.026, повинні забезпечувати:

- узгодженість роботи обладнання, що виключає виникнення небезпечних і шкідливих факторів;
- завантаження устаткування в межах його пропускної здатності, що забезпечує ритмічну роботу персоналу, зайнятого в технологічному процесі;
- пожежовибухобезпеку виробництва;
- можливість, при необхідності, застосування засобів захисту працюючих;
- охорону навколишнього середовища.

Процеси брикетування повинні бути організовані відповідно до нормативно-технічною документацією, передбаченою ГОСТ 3.1120. Небезпечні зони цехів і дільниць, де здійснюється технологічний процес, повинні позначатися знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026. Технологічний процес повинен бути організований так, щоб виключалася необхідність дотику працюючих з сировиною та півфабрикатами, які перебувають в русі зі швидкістю більше 0,3 м/с. У поточних чи автоматичних лініях при зупинці будь-якої одиниці обладнання слід зупинити все попереднє обладнання, якщо лінії не оснащені накопичувачами або відсутні спеціальні буферні майданчики. Над гарячим пресом та в місцях охолодження гарячих брикетів необхідна установка укриттів з місцевими відсмоктувачами.

Розміщення виробничого обладнання при організації технологічних процесів виробництва паливних брикетів повинно забезпечувати безпеку та



зручність його обслуговування і можливість евакуації працюючих. Проїзди і проходи в приміщеннях, де встановлено обладнання, повинні бути позначені лініями білого кольору та знаками згідно з ГОСТ 12.4.026. Устаткування, що створює підвищений рівень шуму, слід розташовувати в окремих приміщеннях або укладати в звукоізолюючі кожухи. Робочі місця операторів в шумних приміщеннях повинні бути в звукоізолюючих кабінах. Для обслуговування та ремонту устаткування, розташованого вище 1,3 м від рівня підлоги, до яких можливо віднести теплогенератор барабанної сушарки, транспортер та циклон повинні передбачатися огорожі відповідно до ГОСТ 12.4.059. Гарячий прес та інше обладнання, що виділяє тепло, повинно бути обладнане екранами, щоб інтенсивність теплового заручення на робочих місцях не перевищувало  $100 \text{ Вт/м}^2$  ГОСТ 12.3.042-88.

Показники мікроклімату на робочих місцях повинні відповідати санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень, затверджених Міністерством охорони здоров'я України. Циклони та бункери систем збору органічного пилу повинні розташовуватися поза будівлями. Канали для конвеєрів та комунікацій, повинні бути розташовані нижче рівня підлоги, закриті щитами на шарнірах на рівні з підлогою. Приямки в зоні роботи підіймальних столів, етажерок, пресу повинні бути огорожені поручнями висотою не менше 1,0 м та бортами висотою 0,1 м.

Сировина, яка має металеві та мінеральні включення, повинна пройти очищення на сепараторах. Температура сировини, півфабрикатів та брикетів, з якими стикаються працюючі, не повинна перевищувати  $40^\circ\text{C}$ . Тріску, тирсу та інші сипучі матеріали, що зберігаються на складах навалом, слід укладати в штабелі з крутизною природного укосу складованих матеріалів. Зберігання сировини на відкритих майданчиках повинно відповідати вимогам протипожежних норм проектування складів.

3.2. Заходи з підвищення технічної безпеки та зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів

Пропонується замінити звичайні циклони, на циклони з додатково створеним тиском, який виникає за рахунок модернізації існуючих циклонів, в конструкцію яких додається, електродвигун, вал та лопаті. Він повинен мати продуктивність не менше  $1500 \text{ м}^3/\text{хв}$ . Циклон з додатково створеним зниженим тиском зображений на рис. 3.1. Відмінність цього циклону від сучасних циклонів та пиловловлювач полягає в наявності в циклоні ротаційного ротора.



Рис. 3.1. Циклон з додатково створеним зниженим тиском

Робочі органи ротора забезпечують підвищену ефективність відділення пилу від повітря за рахунок додаткового використання сил інерції, заснованих на відбитті від поворотних планів.

Ротор, що обертається, крім функції надання додаткових сил інерції з надтонкими частинками пилу виконує другу функцію – відцентрового насоса з відбору чистого повітря з корпусу циклону. Привід ротора у вигляді електричного двигуна потужністю 3 кВт розміщений у верхній частині циклону та є єдиним цілим конструкцією, конструкція та принцип дії якого наведено в додатку Б.

Не всі підприємства з виготовлення паливних брикетів мають охолоджувач. Для експрес аналізу паливних брикетів необхідно отримати зразок. Для цього пропонується використовувати жароміцні кліщі, які мають форму, такі як профіль брикету, шестикутника або чотирьох кутника, а також ручку з жароміцного матеріалу. В зоні екструзії та охолодження пропонується встановити витяжку, для того, щоб виводити з робочої зони повітря, яке містить дим та пил, яке повинно пройти очищення крізь встановлені тканинні фільтри, скруббери або електрофільтри.

Для попередження виникнення опіків під час технічного обслуговування екструдера, сушарки та торцювального пристрою пропонується встановлювати термодатчики, які автоматично контролювали зміну температуру на робочих органах та в місцях обслуговування.

Спеціальний одяг, рукавиці та окуляри робітників повинні бути зробленими з термостійких матеріалів, які б захищали від потрапляння іскор та пилу. Також рукава, штани та комір повинні щільно прилягати до тіла працюючого для того, щоб органічний пил не потрапив на шкіру та не викликав подразнення. Для захисту від травмування ніг необхідно використовувати взуття з металевими вставками. Від дії шуму на організм людини треба застосовувати беруши або навушники. Для захисту від дії органічного пилу необхідно використовувати пелюсткові респіратори.

Результати досліджень впроваджені у виробництво і в навчальний процес, що підтверджується актами та на спосіб отримання твердого палива з рослинної біомаси отримано патент на корисну модель.

### 3.3 Підвищення рівня безпеки оператора екструдера для виготовлення паливних брикетів з рослинної біомаси

В зв'язку з тим, що технологічний процес та обладнання для виготовлення паливних брикетів з рослинної біомаси є відносно новими та вплив шкідливих та небезпечних виробничих чинників на робітника не оцінено, а також не розроблено засобів індивідуального захисту, тому необхідно адаптувати розробити конструкцію костюма для опера екструдера для виготовлення паливних брикетів з рослинної біомаси, шляхом виготовлення комбінезона з термо-, кислото-, вогнетривкої та зносостійкої тканини, яка витримує високу температуру. Комбінезон додатковими елементами конструкції, дасть можливість підвищити його ергономічність та зручність використання. Особливо важливою є зручність при задоволенні фізіологічних потреб, а головне захист людини від іскри, вогню та високих температур, та можливість захисту рук, голови і ніг попадання іскри під комбінезон, а також механічне, термічне та кислотне ураження рук і попередження ризику травмування вантажо-підйомними та транспортуючими засобами, а також швидкого не накопичення пилу та бруду на поверхні костюма. Попередження втрати рукавичок під час їх використання. Захист тіла людини від опіків при нагрівання змійки.

Поставлена задача вирішується тим, що костюм або комбінезон оператора екструдера для виготовлення паливних брикетів виготовлено з двох шарів тканини, яка є термо-, вогне-, ісро-, зносостікою та швидко не накопичує пил і бруд, зовнішнього та внутрішнього, який містить такі елементи: капюшон, з вирізом лицьової частини, який за допомогою резинки щільно прилягає до обличчя людини, при цьому на передній та на задній частині куртки комбінезону, на рукавах, по низу брюк, на капюшоні та на планці, яка закриває змійку розташовані світловідбиваючі стрічки. Кармани містять м'які вставки, рукавички кріпляться за допомогою змійок та частина рукавички, яка контактує з паливними брикетами виготовлена з зносо-, термо- та кислотостійкої тканини.

Брюки комбінезона, щільно прилягають до нижньої частини ніг (рис. 3.1 та додаток В).



Рис. 3.1 – Костюм оператора екструдера для виготовлення паливних брикетів з рослинної біомаси

Костюм оператора екструдера для виготовлення паливних брикетів було випробувано та результати випробування наведені в таблиці 1.

Таблиця 3.1

Результати випробування костюма оператора екструдера для виготовлення паливних брикетів

№ за/п	Параметр	Одиниці вимірювання	Фактичне значення
1	Розривне навантаження, по основі по утоку	Н	1226,9 1034,9
2	Вміст вільного формальдегіду	мкг/г	24,5
3	Повітропроникність	дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	75,8
4	Гігроскопічність	%	5,5
5	Стійкість до стирання	циклів	8570
6	Стійкість до дії мастил	бали	6
7	Обмеженість поширення полум'я	с	>20
8	Питомий поверхневий електричний опір		45,6x10 <sup>10</sup>
9	Коефіцієнт світлоповертання	кд.лк <sup>-1</sup> м <sup>-2</sup>	520
10	Термостійкість	°С	+350

Під час випробування на вогнестійкість полум'я не поширювалось, діри не утворилися, палаючі чи розплавлені фрагменти були відсутніми, залишкове горіння та тління було відсутнє.

## ВИСНОВКИ

Аналіз факторів небезпек, оцінка ризиків вибухонебезпечного виробництва твердого біопалива з рослинної біомаси необхідні для модернізації заходів зі зменшення дії небезпечних факторів, на організм людини та навколишнє середовище, які можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. За допомогою сучасних, стандартних методик, були виявлені небезпечні фактори та ризики, які перевищують допустиме значення та можуть призвести до надзвичайних ситуацій. Було модернізувати методика і оцінити ризиків виробничого середовища, процесів та обладнання. Для попередження виникнення надзвичайних ситуацій, представлені шляхи управління та контролю параметрів технологічного процесу виробництва твердого біопалива, які впливають на безпеку, а також проаналізовані і запропоновані заходи з їх попередження. Було визначити категорію виробничого приміщення за пожежовибухонебезпечкою та запропоновано спосіб отримання твердого палива з рослинної сировини та присадки, який дозволив перевести небезпечку виробництва з категорії Б (пожежовибухонебезпечне) в категорію В (пожежонебезпечне), знизивши надлишковий тиск горючого пилю з 6 кПа до 0,25 кПа. Розроблено заходи з підвищення технічної безпеки та зі зменшення рівня ризиків, шкідливих та небезпечних факторів.

Запропонована конструкція термокостюму дозволяє захистити працівника від дії шкідливих та небезпечних факторів виробництва паливних брикетів таких як – висока температура оточуючого середовища робочої зони, поверхні екструдера, кислотне ураження, механічна дія гострих кромки деталей та інструменту, потрапляння іскри під костюм людини. Вона зменшує швидкість забруднення від пилю, попереджує травмування від вантажо-підйомних пристроїв та пересувних машин, унеможливорює втрату рукавичок під час їх використання, підвищує ергономічні властивості та зручність використання під час задоволення фізіологічних потреб працівником.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шебанова С.В. Снижение экологической опасности зерноперерабатывающих производств путем совершенствования процесса утилизации отходов: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. тех. наук: спец. 03.00.16 «Экология» / С.В. Шебанова. – Оренбург, 2005. – 20 с.
2. Дейнека А. М. Ефективність планування заходів з охорони праці на лісогосподарських підприємствах на основі оцінювання ризикувиробничого травматизму / А. М. Дейнека, В. М. Степанишин // Науковий вісник НЛТУ України. - 2013. - Вип. 23.17. - С. 129-138. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu\\_2013\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2013_23).
3. Буряк М. Забруднення навколишнього середовища деревообробним підприємством / М. Буряк, П. Романюк // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Теоретичні та прикладні аспекти розвитку аграрного бізнесу України», 20 жовтня 2015 р. – Тернопіль: ВПЦ «Економічна думка», 2015. – С. 54-56.
4. Промислова екологія: Навчальний посібник / С.О. Апостолюк, В.С.Джигирей та ін. – К.: Знання, 2005. – 268 с.
5. Дубровін В.О. Основні напрями наукової діяльності кафедри охорони праці та інженерії середовища / В.О. Дубровін, О.В. Войналович, С.В. Драгнєв // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - Вип. 184. - Ч. 2: Серія "Техніка та енергетика АПК", - 2013. – С. 24-34.
6. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад / За ред. Дубровіна В.О., Анни Гжибек та Любарського В.М. – Kaunas: IAE LUA, 2009. – 120 с.
7. Santos C.M. Application of orange peel waste in the production of solid biofuels and biosorbents / C. M. Santos, J. Dweck, R. S. Viotto, A. H. Rossa, L. C. de Morais // Bioresour Technology. – V. 196, 2015. – P. 469-479.

8. Федорец А. Г. Научно-методические основы управления производственными рисками на рабочих местах / А.Г. Федорец // Безопасность в техносфере. — 2007. №6. - С. 18-27.

9. Пособие по наблюдению за условиями труда на рабочем месте в промышленности. Система Элмери. (2-е обновленное издание) // Институт профессионального здравоохранения Финляндии. – Хельсинки, 2000 г. – 24 с.

10. Пат. 109886 Україна, МПК C10L 10/04, C10L 5/44, G01N 27/26, G01N 31/16. Спосіб отримання твердого біопалива / В. А. Войтов, Б. М. Цимбал; заявник та патентовласник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - и 2016 03185; заяв. 28.03.2016, опубл. 12.09.2016, Бюл. № 17, 2016 р. – 3 с.

11. Руководство по эксплуатации EB-350PЭ. Экструдер для брикетирования отходов EB-350M. – Черкассы: ООО «ЧеркассыЭлеваторМаш», 2013. – 33 с.

12. Ястреба С.П. Підвищення ефективності роботи і довговічності олійних пресів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук : спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / С.П. Ястреба. – Київ, 2012. – 19 с.

13. Прейс Г.А. Об износе деталей шнекпрессов / Г. А. Прейс // Пищевая технология, 1961. – № 5. – С. 117-119.



# ДОДАТКИ

## **ДОДАТОК А**

**RIF анкета для спостережень**

**RIF – анкета для спостережень**

Підприємство: \_\_\_\_\_ Дата: \_\_\_\_\_ Склад: \_\_\_\_\_  
 Робоче місце: \_\_\_\_\_

Об'єкти спостереження	Відпо- відає	Всього	не відпо- відає	Всього	Від- сутній (немає даних)	Всього
1	2	3	4	5	6	7
<b>Фактори властиві роботі</b>						
Постійний шум						
Імпульсний шум						
Небезпечні або шкідливі хімічні речовини						
Речовини, які можуть викликати алергію						
Пожежо- і вибухонебезпечні речовини						
Пил і волокна						
Гази						
Пари, аерозолі конденсації і дими						
<b>Температура та повітрообмін</b>						
Температура на раб. місці						
Загальний обмін повітря і витяжка						
Протяг						
Гарячі і холодні предмети						
Робота на відкритому повітрі						
<b>Освітлення</b>						
Загальна						
Місцеве						
Освітлення і позначення проходів						
Вуличне						
<b>Вібрація</b>						
Вплив на руки						
Вплив на все тіло						
<b>Випромінювання</b>						
Інфрачервоне						
Іонізуюче						
СВЧ						
Електро-магнітні поля						
<b>Використання хімічних речовин</b>						
Позначення на упаковці						
Відомості про безп. використанні						
Правила щодо використання						
Складування хімікатів						
Списування вик. хімікатів						
Стан та вик. засобів захисту						
Утримання та вик. зас. першої допомоги						

1	2	3	4	5	6	7
<b>Небезпеки вибуху або пожежі</b>						
Стан та вик. електроприладів						
Дозвіл пожежної служби та пожежогасіння						
Вогнегасники і їх позначення						
Запасні виходи і їх план						
<b>Біологічні фактори ризику</b>						
Грибок, наприклад пліснява						
<b>Характер роботи</b>						
Підковзування						
Можливість спіткнутися						
Підйом або падіння з висоти						
Затискання між предметами						
Небезпека залишитися в закр. приміщенні						
Електроприлади та статична електрика						
Перевезення товару та ін. рух						
Відсутність кисню						
Небезпека опинитися у воді						
<b>Предмети і речовини</b>						
Падіння предметів з висоти						
Перекидання предметів						
Підскакування предметів або речовин						
Удар, який викликано рухомих предметом						
Застругування в рух. предметі						
Небезпека порізів						
Колоті рани						
<b>Діяльність людини</b>						
Відсутність засобів безпеки						
Незахищеність та пов'язана з ризиком робота						
Надзв. ситуації та неполадки						
Вживання алкоголю або наркотиків						
<b>Робоче місце (ергономіка)</b>						
Чистота і порядок на роб. місці						
Проходи, виходи і шляхи евакуації						
Поверхи, плитка, пандуси і сходи						
Висота робочої поверхні						
Сидіння						
Комп'ютерна техніка						
<b>Положення під час роботи</b>						
Положення спини						
Положення рук і плечей						
Положення зап'ястя і пальців						

1	2	3	4	5	6	7
Положення шиї і голови						
Положення ніг						
Фізичні перевантаження						
Тривале знаходження сидячи або стоячи						
Перерви і темп роботи						
Одноманітність роботи						
Підняття тягарів або вантажів						
<b>Знаряддя праці</b>						
Інструменти, машини і прилади						
Оброблювані матеріали						
Допоміжні засоби						
Просторість приміщення						
Можливість зміни робочої пози						
<b>Зміст роботи</b>						
Одноманітна робота						
Робота на самоті та у нічний час						
Тривале знаходження у зосередженому стані						
Монотонна робота						
Навантаження від вимушеного контактування						
Поспіх						
Занадто високі вимоги та мета						
Відсутність можливості кар'єрного росту						
<b>Організація та образ дії</b>						
Робоча інструкція та ознайомлення						
Розподіл праці, схема роботи і відповідальність						
Раб. час, понаднормова робота та раб. зміни						
Невпевненість у трудових відносинах						
Відсутність управління роботою, її організації						
Погана раб. атмосфера						
Відсутність інфор. по ходу робіт						
Загроза насильства						
Конфліктні і некоректні відносини						
Відсутність соц. підтримки						
Відсутність можливості впливу						
	Всього		Всього		Всього	

$$RIF = \frac{\text{відповідь}(5R + 4I + 3F)}{\text{невідповідь}(2R + 2I + 2F) + \text{відповідь}(5R + 4I + 3F)} \times 100\% = \text{-----} \times 100\% = \text{-----} \%$$

Зауваження \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **ДОДАТОК Б**

*Активний циклон з додатково створеним зниженням тиском*

Активний циклон з створеним зниженим тиском відноситься до пристроїв сухого очищення повітря робочої зони і газів відзважених частинок різних розмірів, за рахунок додатково створеного тиску та може знайти застосування у різних галузях промисловості. Він дає можливість зменшити рівень шкідливих речовин у робочій зоні та дозволить зменшити небезпеку виробництва з категорії Б (пожежовибухонебезпечне) в категорію В (пожежонебезпечне).

На рис. Б.1 зображений активний циклон з створеним зниженим тиском у розрізі.

До активного циклона входить корпус, який складається з циліндричної верхньої 1 і середньої частини 2 та конічної нижньої 3, вхідного 4 та вихідного патрубку 5, які кріпляться до циліндричної частини корпусу 1. Згідно корисної моделі в середині робочої камери знаходиться ротор, який обертається за рахунок електродвигуна 6, який має фланець 7, який кріпиться за рахунок верхнього комплекту несучих кронштейнів 8. Ротор складається з обертального валу 9, на який кріпиться втулочно-пальцева муфта 11, яка передає обертальний момент від електродвигуна 6 до валу 9. Лопатки 12 боковими гранями кріпляться до усіченого конуса 13 та до втулки 14, а верхніми – до диска 15, нижня поверхня лопаток є частиною лабіринтного ущільнення 16. Також ротор має робочу трубу 17 з отворами та з комплектом дисків 18. Нижня частина ротору кріпиться за допомогою нижнього комплекту несучих кронштейнів 19. Нижня частина активного циклона 3, кріпиться до приймального бункеру 20 за допомогою фланців 21. Вхідний 4 та вихідний 5 патрубок активного циклону оснащені фланцями 22 та 23, для з'єднання з повітряним проводом. Для того щоб корпус витримав навантаження, встановлені верхнє 24 та нижнє 25 кільце жорсткості. Вал 9 опирається на верхній 26 та нижній опори 27. Для розділення потоків в конструкції верхньої частини є конусний екран 28.

Активний циклон працює таким чином: електродвигун 6, передає обертовий момент муфті 11, яка обертає вал 9 з комплектом лопаток 12, при цьому тиск знижується, створюється розрідження.

Крізь вхідний патрубок 4 всмоктується повітря з зваженими частинками різних розмірів, яке потрапляє в робочу камеру, при цьому великі та середні частинки за допомогою відцентрових сил потрапляють на поверхню робочої камери та накопичуються у бункері 20. Маленькі зважені частинки потрапляючи між дисками 18, виштовхуються за рахунок турбулентності і також накопичуються в приймальному бункері 20.

Таким чином, запропонована конструкція активного циклона дозволить виконувати повну доочистку повітря чи газу від пилу за рахунок того, що в середині нього знаходиться ротор, робочі органи якого забезпечують підвищену ефективність відділення пилу від повітря за рахунок додаткового використання сил інерції заснованих на силах тертя в граничних зонах турбулентності біля обертових площин.

Обертвий ротор, крім функції надання додаткових сил інерції надтонким частинкам пилу, виконує другу функцію – відцентрового насоса з відбору чистого повітря з корпусу циклону, що збільшує ступінь очищення повітря або газу, збільшує продуктивність, зменшує рівень шкідливих речовин у робочій зоні та зменшує небезпеку виробництва з категорії Б (пожежовибухонебезпечне) в категорію В (пожежонебезпечне).



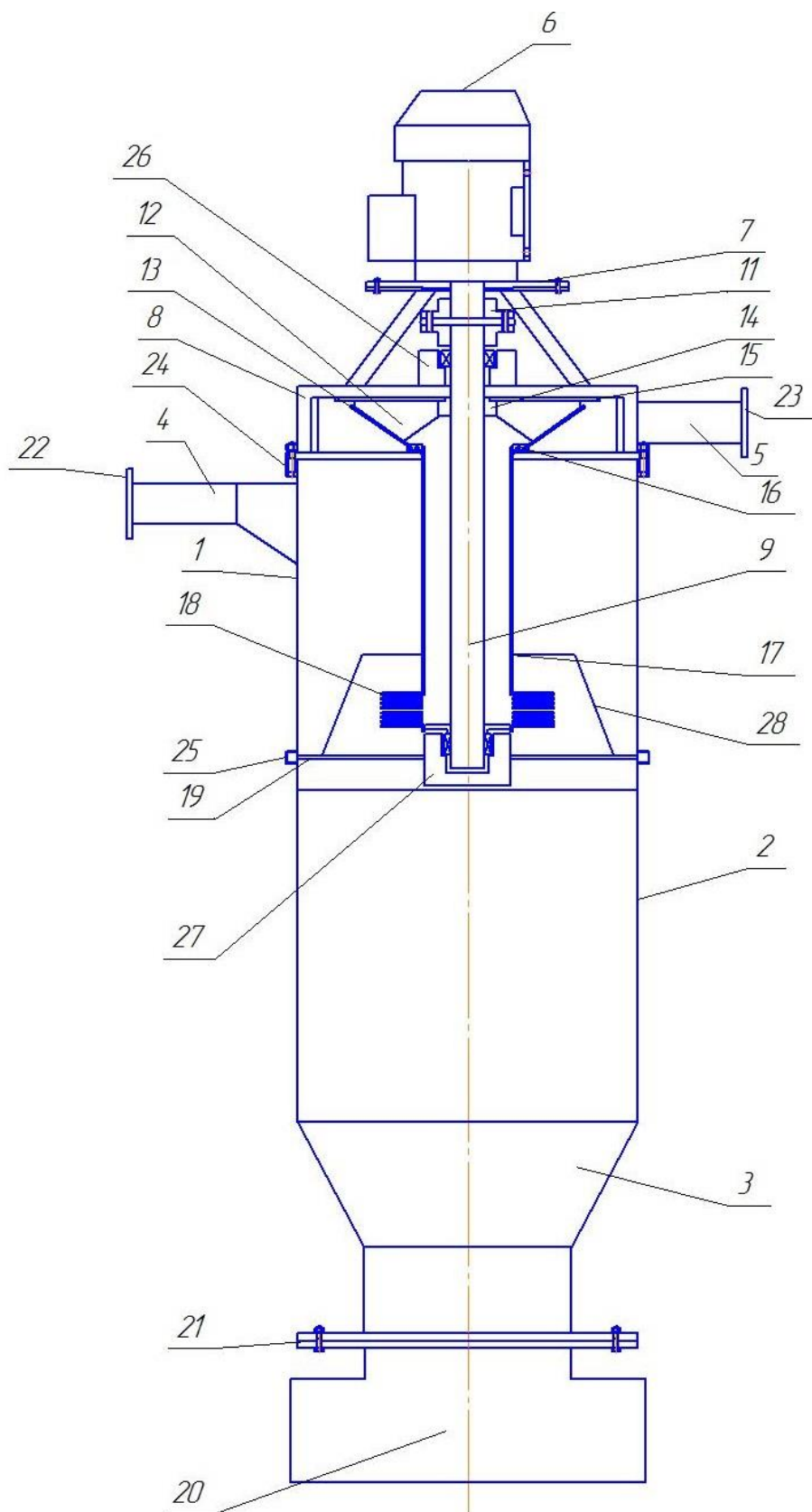


Рис. Б.1 Активный циклон з додатково створеним зниженим тиском

**ДОДАТОК В**

Термокостюм робітника екструдера для виготовлення паливних брикетів

Термокостюм робітника екструдера для виготовлення паливних брикетів відноситься до засобів індивідуального захисту працівників під час виконання робіт в умовах здійснення технологічних процесів на підприємствах з виробництва паливних брикетів, а також в умовах безпосереднього контакту з вогнем. Він може знайти застосування у різних галузях промисловості. У робочій зоні вона дає можливість зменшити дію шкідливих та небезпечних факторів таких, як теплове випромінювання, іскри, кислота оцтова, гарячі поверхні обладнання, пил тощо.

Комбінезон виконується з термо-, кислото-, вогнетривкої та зносостійкої тканини, яка витримує високу температуру.

Це дозволяє підвищити його ергономічність та зручність використання під час задоволення фізіологічних потреб; захистити людину від іскри, вогню, високих температур, унеможливити потрапляння іскри під комбінезон; виключити ураження рук людини впливом високих температур та хімічних чинників; попередити ризик травмування працівника вантажо-підйомними та транспортуючими засобами; виключити швидке накопичення пилу та бруду на поверхні термокостюма.

Також слід зазначити той факт, що під час застосування костюму неможливо втратити рукавички та отримати опіки під час нагрівання змійки.

Успішне вирішення шляхів виконання завдань використання термокостюму за прямим призначенням вирішується за рахунок того, що:

- термокостюм виготовлено з двох шарів тканини (зовнішнього та внутрішнього), при цьому вона є термо-, вогне-, іскро- та зносостійкою (відповідає діючим вимогам до захисного спецодягу);

- термокостюм містить такі елементи як – капюшон з вирізом лицьової частини, який за допомогою резинки щільно прилягає до обличчя людини;

- на передній та задній частинах куртки комбінезону, його рукавах та нижній частині брюк, капюшоні та планці, яка закриває змійку, розташовані світловідбивачі у вигляді стрічок;

- кармани містять м'які вставки, а рукавички кріпляться за допомогою зміюк, що унеможлиблює їх втрату, при цьому частина рукавички, яка контактує з паливними брикетами виготовлена з зносо-, термо- та кислотостійкої тканини, а брюки костюму щільно прилягають до нижньої частини ніг.

Термокостюм робітника екструдера для виготовлення паливних брикетів (вид спереду) у розстебнутому вигляді представлений на Рис. В.1, у застібнутому – на Рис. В.2 і вид ззаду на – Рис. В.3, де 1 – куртка, 2 – брюки, 3 – передні кармани, 4 – задні кармани, 5 – змійка, 6 – змійки на рукавах, 7 – рукавички, 8 – капюшон, 9 – резинки, 10 – широка резинка на талії, 11 – широкі резинки на ногах, 12 – верхня планка, 13 – нижня планка, 14 – верхній замок, 15 – нижній замок; 16 – світловідбиваюча стрічка, 17 – світловідбиваючі стрічки на руках та 18 – світловідбиваючі стрічки на ногах.

Термокостюм застосовується у наступній послідовності:

1. Спочатку одягають рукавички 7, які за допомогою зміюк 6 приєднують до рукавів куртки 1, яка також містить передні кармани 3.

2. Потім одягають брюки 2, які містять задні кармани та куртку 1. Брюки 2 та куртка 1 щільно прилягають до талії людини за допомогою широкої резинки 10, а також нижня частина брюк щільно прилягає до ніг людини за допомогою широких резинок 11.

3. Далі одягають капюшон 8, який щільно прилягає до обличчя людини за допомогою резинки 9, та застібають змійку 5 за допомогою замка 14. Верхня 12 та нижня 13 планки закривають змійку 5. На верхній планці 12 і резинці капюшона 9 розташований світловідбивач у вигляді стрічки 16, а рукава куртки 1 та нижня частина брюк містять, відповідно, аналогічні стрічки 17 та 18.

4. Для задоволення фізіологічних потреб людини розстібають змійку 5 за допомогою замку 15.

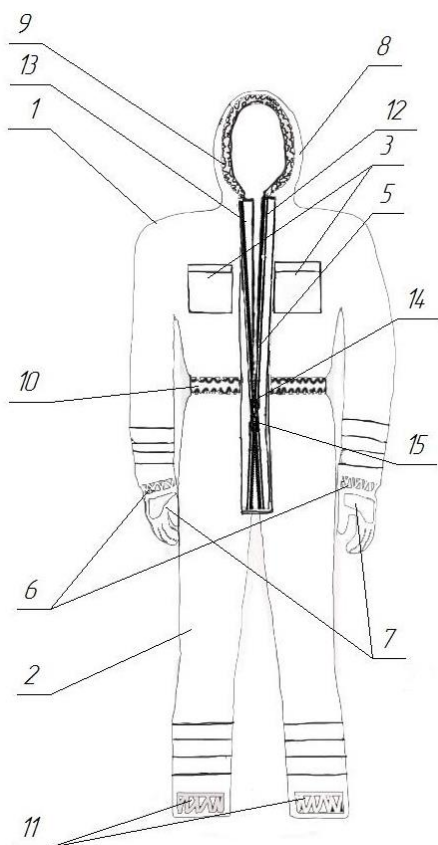


Рис. В.1

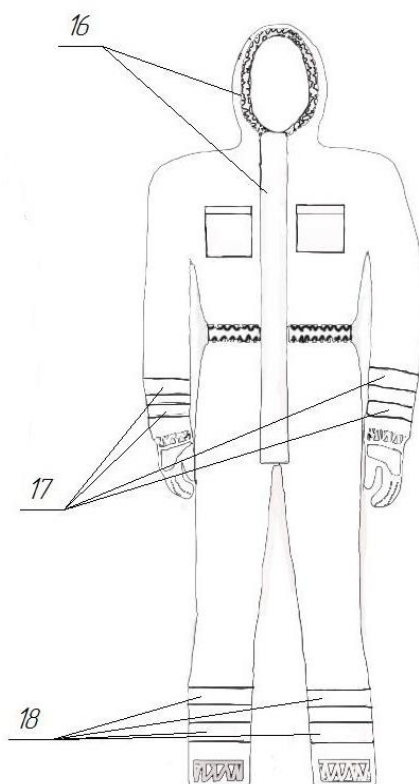


Рис. В.2

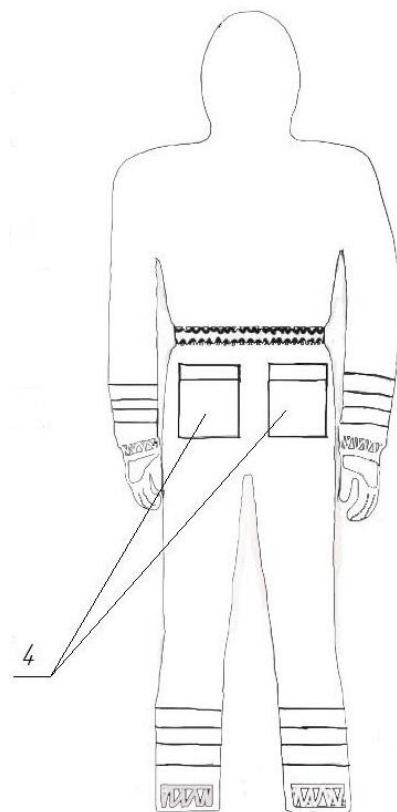


Рис. В.3