

2. Библюк Н.І. Лісозаготівельні комбайни: особливості конструкції, функцій ні схеми, перспективи/Н.І. Библюк, О.С.Мачуга// Вестник национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Серия Машиностроение. – К.: НТУУ «КПИ». – 2009. – 55. - С. 235 – 241.
3. Библюк Н.І. Лісотранспортні засоби: Теорія: Підручник/Н.І. Библюк. - Львів: Видавничий дім «Панорама», 2004. - 453 с.
4. Немцов В.П., Шестаков Б.А. Техническая эксплуатация автомобильного и тракторного транспорта на лесозаготовках/В.П.Немцов, Б.А. Шестаков. –М: Лесная промышленность, 1985. - 345 с.
5. Produktverzeichnis. VALMET. KOMATSU.- 2007.- 35 p.

УДК 621.923

Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Мачишин Г. М.<sup>1</sup>

## МАШИНА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНИМИ ЩІТКАМИ

*У статті приведені технічні дані, розробленою КНУБА, установки для очищення металевих і неметалевих поверхонь від легкої іржі, бруду, лакофарбових покриттів на заготівельних ділянках і виробничих базах.*

Для очищення металевих поверхонь від лакофарбових покриттів, легкої іржі, а також інших забруднень без видалення основного шару матеріалу, отримали застосування полімерно-абразивні щітки (ПАЩ). Вони є інструментом, котрий самоочищається під час роботи. ПАЩ поєднують в собі переваги обробки металевими щітками, фібровим і пелюстковим дисковим інструментом. Принцип роботи ПАЩ полягає в руйнуванні поверхні, яка обробляється, шляхом ударної дії об неї абразиву, який закріплений на торці полімерного волокна. Враховуючи, що динамічна жорсткість волокна зростає під дією відцентрових зусиль зі збільшенням швидкості обертання інструменту, полімерно-абразивні щітки, в основному, виготовляються дискової форми [1, 2].

Величина кінетичної енергії одного абразивного зерна може бути оцінена за формулою:

$$E_i = \frac{1}{2} m_i (V_{щ}^2 + V_n^2 - 2V_{щ}V_n \sin \alpha_{щ}), \quad (1)$$

де  $m_i$  - маса одиничного абразивного зерна, кг;

$V_{щ}$  - робоча швидкість щітки, м/с;

$V_{П}$  - швидкість переміщення щітки вздовж поверхні, яка обробляється, м/с;

$\alpha_{щ}$  - кут між віссю волокна і поверхнею, яка обробляється.

Продуктивність обробки полімерно-абразивними щітками пропорційна сумарній енергії ударів, тобто

$$Q_{щ} = k_{щ} \sum_{i=1}^n E_i = k_{щ} \sum_{i=1}^n \frac{\pi d^3 \rho}{12} \times \left[ \omega_{щ}^2 R_{щ}^2 + V_{П}^2 - 2\omega_{щ} R_{щ} V_n \sin \alpha_{щ} \right], \quad (2)$$

де  $k_{щ}$  - коефіцієнт, що характеризує матеріал, який обробляється;

$d_z$  - діаметр сфери з об'ємом, що дорівнює об'єму одиничного абразивного зерна, м;

$\rho_z$  - щільність абразивного зерна відповідно  $3,9 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$  та  $3,2 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$  для електрокорунду і карбиду кремнію;

$\omega_{щ} = \frac{V}{R_{щ}}$  - кутова швидкість обертання щітки рад/с;

$R_{щ}$  - радіус щітки, м.

Кількість абразивних зерен, що одночасно беруть участь в роботі, можливо визначити за формулою:

$$n = n_k N_H \frac{l_k}{2\pi R_{щ}}, \quad (3)$$

де  $n_k = \frac{3}{2} \frac{x}{100} \frac{d^2}{d^2}$  - кількість абразивних зерен, роз-

ташованих на торцевій поверхні волокон;

$N_H = \frac{8K_o \left( R_{щ} - L_{\epsilon} \right) H_{щ}}{d_{\epsilon}^2}$  - кількість волокон у щі-

тці;

<sup>1</sup> Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Мачишин Г. М. Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури (КНУБА).

$$K_o = \frac{N H d^2}{8 \left( R_{щ} - L_{\epsilon} \right) H_{щ}} - \text{відношення сумарної площі}$$

поперечного перерізу волокон до площі щітки в місці їх закріплення ( $K_o < 1$ );

$H_{щ}$  - висота (товщина) щітки, м;

$d_{\epsilon}$  - діаметр волокна, м;

$x$  - об'ємний вміст абразиву у волокні, %.

Остаточно

$$n = \frac{3N_{щ} d_{\epsilon} l}{400\pi R_{щ} d_{\epsilon}^2} \quad (4)$$

Коефіцієнт заповнення волокон на робочій поверхні щітки ( $K$ ) пов'язаний співвідношенням

$$K = K_o \frac{L_{\epsilon}}{R_{щ}} \quad (5)$$

де  $L_{\epsilon}$  - довжина вільної частини волокна, м.

Вибір режимів роботи полімерно-абразивної щітки визначається тепловими процесами, що протікають при очищенні поверхні. Нагрівання волокна відбувається в результаті виділення тепла у момент удару зерна по поверхні. Зменшення натягу дозволяє скоротити не лише час контакту, але і понизити енергоємність обробки. Тому, маса машин, які використовуються для приводу полімерно-абразивних щіток, істотно менша, ніж для роботи з абразивними армованими кругами або металевими щітками.

В процесі взаємодії полімерно-абразивної щітки з поверхнею, що обробляється, тепло виділяється на торцях волокон ( $T_1$ ) і по контуру затискного фланця ( $T_2$ ). В результаті виникають коливання волокон відносно місць їх закріплення. Таким чином, працездатність полімерно-абразивної щітки забезпечується у разі виконання наступних обмежень :

$$\begin{cases} T_1 < T_p \\ T_2 < T_{kp} \end{cases} \quad (6)$$

де  $T_p$  і  $T_{kp}$  - температура плавлення і руйнування волокна (поліаміду) [3].

При невиконанні (6) поверхня, що обробляється, покривається розплавленим полімером, а волокна під дією відцентрових сил - руйнуються. При цьому встановлено, що на працездатність щітки вирішальний вплив чинить температура, яка виникає по контуру затискного фланця.

Потужність машини для роботи з полімерно-абразивними щітками визначається експериментально, оскільки для встановлення теоретичних залежностей необхідно вирішити завдання про рух полімерного волокна в повітряному середовищі. Не має також можливості використовувати залежні, які отримані при дослідженні роботи металевих щіток, оскільки динамічна жорсткість полімерного волокна у декілька разів перевищує статичну, а сталевих - усього на 20...30% [4].

В процесі виконання експериментальних робіт визначалися експлуатаційні та енергетичні параметри одиночної щітки діаметром 125мм і завтовшки 12мм, а також комплекту щіток, що складається з 4-5 одиночних щіток, закріплених у спеціальну оправку. Визначено, що для приводу одиночної щітки і комплекту щіток найдоцільніше використовувати ручні кутові шліфувальні машини з різною масою і потужністю приводу (рис. 1). Потужність, яка необхідна для обробки поверхонь одиночною щіткою складає 100...120Вт; при коловій швидкості - 30...60м/с і натягу - 1...2мм. Встановлено, що продуктивність зростає зі збільшенням частоти обертання полімерно-абразивної щітки і натягу, але не залежить від швидкості подачі так, як  $V_{щ} \gg V_{П}$ . При цьому швидкість подачі має бути відмінна від нуля, оскільки внаслідок нагріву поверхні, яка обробляється відбувається термічне зношення полімерних волокон.

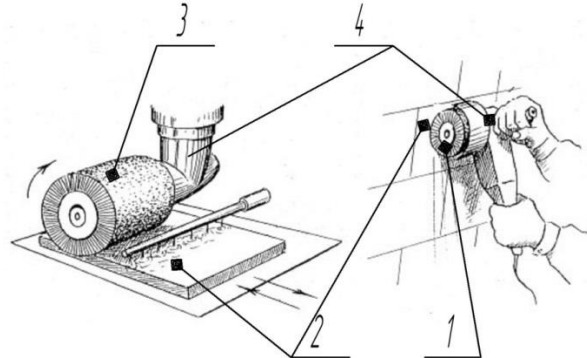


Рисунок 1. Очищення поверхонь з використанням ПАЩ:

1 – одиночна щітка; 2 – поверхня, що обробляється; 3 - комплект щіток; 4 – кутова шліфувальна машина.

В той же час, ручні кутові шліфувальні машини з полімерно-абразивними щітками ефективні при очищенні порівняно невеликих площ, а також при обробці конструкцій, які монтуються і ремонті існуючих. Водночас, при виконанні робіт по очищенню листового і профільного металу на заготівельних ділянках і виробничих базах, виникає необхідність видаляти лакофарбові покриття, легку іржу та різні забруднення зі значно великих поверхонь. З метою підвищення продуктивності, якості виконання очисних операцій і поліпшення умов праці робітників, у КНУБА розроблена установка для очищення поверхонь в стаціонарних умовах (рис. 2).

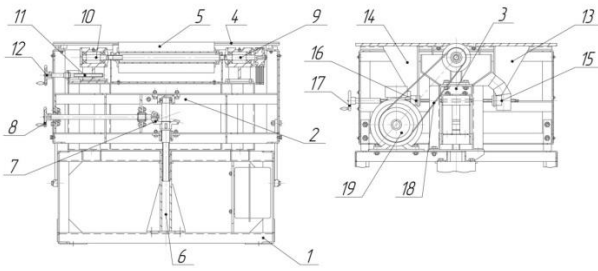


Рисунок 2. Установка для очищення полімерно-абразивними щітками:

1 - нерухома рама; 2 - рухома рама; 3 - рама щіткового вала; 4 - стіл; 5 - щітковий вал; 6 - опора; 7 - конічна передача; 8, 12, 17 - штурвал; 9 - нерухома опора; 10 - рухома опора; 11 - гвинтова передача; 13, 14 - кронштейн; 15, 16 - втулка; 18 - клинопасова передача; 19 - електродвигун.

Установка складається з основних вузлів: нерухомої рами 1, рухомої рами 2, рами щіткового вала 3, столу 4 і щіткового вала 5.

Нерухома рама 1 є зварною просторовою конструкцією з кутників. До рами 1 нерухомо прикріплена опора 6, яка входить до складу нерухомої рами 1 і опора 6 виконана у вигляді труби з фланцями для кріплення. У трубі всередині запресована втулка з трапецеїдальною різьбою. По краях рами є місця для кріплення напрямних. Вони є складовими частинами рухомої рами 2, котра також є зварною просторовою конструкцією з кутників. Усередині рухомої рами 2 встановлена конічна передача 7, швидкохідний вал виходить за рухливу раму 2 і на нього встановлений штурвал 8 вертикального переміщення стола 4. Тихохідний вал закінчується трапецеїдальною різьбою, що входить у втулку опори нерухомої рами 1.

Рама 3 щіткового вала виготовлена з кутників. На ній встановлена нерухома 9 і рухома 10 підшипникові опори. Рухома опора 10 встановлена на напрямній та переміщається за допомогою гвинтової передачі 11, привід якої здійснюється штурвалом 12. Між опорами встановлюється знімний робочий орган машини - щітковий вал 5.

Стіл 4 складається з двох взаємно розсувних плит. До плит знизу прикріплені кронштейни 13, 14 з втулками 15, 16, усередині яких запресовані гайки. У одній гайці виконана ліва, а в іншій - права різьба. Крізь гайки проходить гвинт 16 з штурвалом 17 на одному кінці. На гвинті 16 також виконано ліву та праву різьбу відповідно до ділянок, якими гвинт 16 проходить крізь гайки. Обертання гвинта 16 за допомогою штурвалу 26 розсовує або зближує між собою плити столу 4 відносно робочого органа - щіткового вала 5, який приводиться в обертальний рух за допомогою клинопасової передачі 18 від електродвигуна 19.

Щітковий вал 5 (рис. 3) складається з 34 одиничних полімерно-абразивних щіток 1 зовнішнім діаметром 125мм і посадочним діаметром 52мм, які встановлені на гільзу 2. Для жорсткої фіксації одиничних щіток 1 вони стискаються між собою фланцями 3, які нагвинчені на вал 4 за допомогою різьби. Від можливого, розгвинчування фланці 3 фіксуються

контргайками 5. Вал 4 симетричного виконання і на обох його кінцях виконано шліцьове з'єднання, за його допомогою щітковий вал 5 встановлюється в нерухому праву 9 і рухому ліву 10 підшипникові опори.

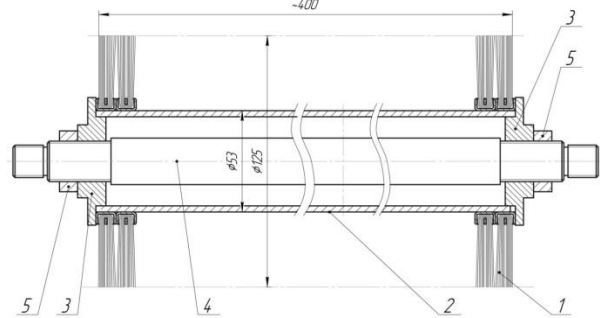


Рисунок 3. Щітковий вал:

1 - одиничні полімерно-абразивні щітки; 2 - гільза; 3 - фланець; 4 - вал; 5 - контргайка.

Установка для очищення полімерно-абразивними щітками (рис 2) працює таким чином. За допомогою штурвала 8 вертикального переміщення стола 4 встановлюється необхідне перевищення висоти волокон щіткового вала 5 над плитами столу 4 в межах 1.2мм. По мірі зносу волокон щіткового вала 5 висота столу 4 регулюється. Проміжок між волокнами щіткового вала 5 і плитами регулюється обертанням штурвала 17.

Для заміни щіткового вала 5, що зносився та встановлення нового, обертаючи штурвал 17 розсовуємо стіл 4, так щоб відстань між плитами була не менше 130мм. А обертаючи штурвал 12, відводимо рухома підшипникову опору 10 в крайнє ліве положення і витягаємо щітковий вал 5. Установка нового щіткового вала 5 виконується в порядку протилежного зняття.

Технічна характеристика установки для очищення полімерно-абразивними щітками:

1. Максимальна ширина поверхні, що обробляється за один прохід, мм - 400
2. Частота обертання щіткового вала, с<sup>-1</sup> - 5040
3. Розміри одиничної полімерно-абразивної щітки, мм - 125x52x12
4. Допустиме зношення волокон щітки, мм - 20
5. Кількість поодиноких щіток на валу, шт. - 34
6. Потужність електродвигуна, кВт- 4
7. Число обертів електродвигуна, с<sup>-1</sup>- 2880
8. Система живлення - змінний струм, В - 380/220
9. Габаритні розміри, мм:
  - довжина - 1030
  - ширина - 910
  - висота - 890.
  - Маса, кг - 300

## Висновок

Розроблена установка дозволяє очищати не лише листовий і профільний метал, але також використовувється для очищення облицювальних плит з мармуру, граніту, кераміки, а також деревини. Потужність електродвигуна напряму залежить від кількості полімерно-абразивних щіток, а частота обертання щіткового вала та висота перевищення волокон над робочим столом - від матеріалу, який обробляється.

## Література

1. Абрашкевич Ю.Д., Смірнов В.М., Пелевін Л.С., Рашківський В.П. Механізація трудомістких процесів. Навчальний посібник. – К.:КНУБА, 2006. – 180с.
2. Абрашкевич Ю.Д., Лещов Е.С., Оглоблинський В.А. Исследование механизма работы полимерно-абразивной щетки. Сборн.: Технология и механизация монтажа оборудования. – М.: Труды ВНИИмонтажспецстроя, 1985. с. 36-46.
3. Фурне Ф. Синтетические волокна. – М.: Химия, 1970. – 688с.
4. Голубев Ю.Т., Фадиев И.С., Рябиков П.В. Исследование процесса упрочняющей обработки титановых сварных соединений механическими щетками. Сборн.: Прогрессивные технологические методы повышения надежности и долговечности деталей машин и инструментов. – Куйбышев, 1980. с. 21-24.

УДК 666:941

Рязанов А.Н., Винниченко В.И.<sup>1</sup>

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗВЕСТИ ИЗ ДОЛОМИТА

Рост цен на топливо, подавляющую часть которого Украина импортирует, делает проблему его экономного расходования очень актуальной. С учетом их прогрессирующего роста стоит задача снижения энергоемкости промышленной продукции [1]. В настоящее время энергоемкость продукции, производимой в Украине, в 2.6 раза выше [2], чем в экономически развитых странах. Создание новых технологий и использование материалов, которые имеют меньшие затраты на эндотермические процессы, является актуальным направлением энергосбережения в производстве строительных материалов. В связи с этим представляет интерес производство извести из доломитового сырья. Из доломитов в настоящее время производят огнеупорные материалы для металлургической промышленности. ЧАО «Докучаевский флюсо-доломитный комбинат» [3] использует так называемую щебеночную технологию, суть которой заключается в том, что стадиями технологического процесса при получении огнеупорных материалов являются: дробление, классификация исходного доломита на фракции, затем обжиг определенных фракций во вращающейся печи [4]. Оставшиеся после классификации фракции доломита (отсев) направляются в отвал. За время работы таких предприятий накоплено большое количество «отходов» - отсева мелких фракций доломитов, которые вывозятся в отвалы [5].

При обжиге доломита разлагаются карбонат кальция и карбонат магния [6]. Тепловой эффект реакции декарбонизации карбоната кальция на 1 кг  $\text{CaCO}_3$  составляет 425 ккал. Тепловой эффект декарбонизации карбоната магния на 1 кг  $\text{MgCO}_3$  – 334 ккал. При пересчете на 1 килограмм готового продукта – извести - теоретический расход тепловой энергии составит: кальциевая известь – 793 ккал, доломитовая известь – 692 ккал.

Фактический расход тепловой энергии по сравнению с теоретическим возрастает обратно пропорционально коэффициенту полезного действия теплового агрегата и коэффициенту, учитывающему влажность исходного материала. При условии равенства коэффициента полезного действия и исходной влажности можно сказать, что расход топлива на обжиг доломитовой извести меньше, чем расход топлива на обжиг кальциевой извести, ориентировочно на 12%. Нами выполнены лабораторные, полупромышленные и промышленные обжиги извести при использовании в качестве исходного материала доломита, отсева доломита и смеси доломита с отходами обогащения углей. Для исследований использован доломит фракции 10-20, отсев доломита  $\leq 10$  и отходы обогащения углей.

Химический состав исходных компонентов представлен в (табл. 1)

<sup>1</sup> Рязанов А.Н., Винниченко В.И.

Луганский национальный аграрный университет, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры.