**Список посилань**

1. Андрощук Г.О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку. *Наука, Технології, Інновації*. 2017. – № 1. – С. 9–16.
2. Цибуленко В.О., Пасічник В.А., Воронцов Б.С. Перспективи використання гібридного адитивно-субтрактивного виробництва. *Науковий вісник ІФНТУНГ. Механічна інженерія*. 2022. № 1(52). С. 34–41.
3. Lalegani Dezaki M., Serjouei A., Zolfagharian A., Fotouhi M., Moradi M., Ariffin M.K.A., Bodaghi M. A review on additive/subtractive hybrid manufacturing of directed energy deposition (DED) process. *Advanced Powder Materials*. 2022. Vol. 1, No. 4. Article 100054.
4. Thomas D.S., Gilbert S.W. *Costs and Cost Effectiveness of Additive Manufacturing: A Literature Review and Discussion*. NIST Special Publication 1176. Gaithersburg, 2015.
5. Zhou L., Miller J., Vezza J., Mayster M., Raffay M., Justice Q., Al Tamimi Z., Hansotte G., Sunkara L.D. Additive Manufacturing: A Comprehensive Review. *Sensors (Basel)*. 2024. Vol. 24, No. 9. 2668.
6. Zhu Z., Dhokia V.G., Nassehi A., Newman S.T. A review of hybrid manufacturing processes – state of the art and future perspectives. *Int. J. Comput. Integr. Manuf.* 2013. Vol. 26, No. 7. P. 596–615.

*УДК 621.941.2.014*

**Чернишов О.В., старший викладач**
**Музичка Д.Г., канд. техн. наук, доцент**
Дніпровський державний технічний університет, м. Кам’янське, avch2006@ukr.net

## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ СТРУЖКИ ДО ПЕРЕРОБКИ

Під час механічної обробки деталей утворюється значна кількість металевої стружки, яка, з одного боку, є відходами механообробного виробництва, а з іншого — становить цінну сировину для металургії, у тому числі порошкової.

Обробка різанням металевих заготовок частіше за все відбувається з використанням мастильно-охолоджувальної рідини (МОР). Кількість рідини, що покриває поверхню стружки при виході із зони різання, складає приблизно 30 % від маси стружки. При транспортуванні стружки, її відстоюванні і стоці кількість МОР, що змочує її, зменшується до 8–10 %. У разі транспортування неочищеної стружки забруднюється навколишнє середовище. Крім того, спостерігаються значні втрати кількості мастила.

При переплавці непідготовленої стружки спостерігається її вигорання обсягом до 30%. При цьому вигорає в основному залізо і леговані елементи (20–25 % хрому, 40–45% марганцю, 12–16% вольфраму та ін.) [1]. Для виробництва легованих сталей і феросплавів допустимо застосовувати стружку, яка містить на поверхні не більше 1 % домішок МОР.

Для очищення стружки від залишків МОР на кафедрі машинобудівних технологій та інженерії розроблені ряд сушильних і миючих машин для підготовки металевої стружки до переробки. Деякі розроблені конструкції машин для миття стружки мають механізми типу циліндра, що обертається, встановленого під кутом до горизонту. Вони добре вписуються в комплексну систему підготовки металевої стружки до переробки завдяки підвищений продуктивності і якості очищуваного матеріалу.

Машина для миття металевої стружки (рис. 1) містить миючу камеру, що має вигляд нахиленого жолобу з багатогвинтовим шнековим ворушителем стружки, в верхній частині якого закріплені розпилювачі-дощовики. Миюча камера поперек розділена вертикальною перегородкою на два відсіки співвідношенні 2:1 – інтенсивного миття та доочищення відповідно. Верхній край перегородки розташований на рівні верхнього краю камери, а нижній край доходить до рівня шнеків. У відсіку інтенсивного миття встановлені ультразвукові гідродинамічні вібратори, а привод шнекового ворушителя розташований з верхнього торця нахиленого жолоба. Внаслідок такого розділення миючої камери виключається повторне замаслення металевої стружки під час її розвантаження. Розташування приводу шнеків у верхній частині миючої камери веде до покращення її

герметичності і забезпечення гарантованого утримання всієї залитої в миючу камеру рідини впродовж всього процесу миття. Завдяки наявності у запропонованій конструкції машини гідродинамічних ультразвукових вібраторів у миючому розчині виникають такі явища як кавітація, гідропотоки та ударні хвилі. Вони сприяють інтенсивному очищенню матеріалу від забруднень. Крім того, робота гідродинамічних ультразвукових вібраторів забезпечує підігрів розчину і дозволяє відмовитись від агресивних хімікатів.

*Принцип роботи машини для миття металевої стружки даної конструкції*. Забруднену металеву стружку завантажують через лоток *1* до відсіку інтенсивного миття *3*. Вмикають двигун привода шнекового ворушителя стружки *5*, що перемішує металеву стружку в миючому розчині. Ультразвукові гідродинамічні вібратори *8* інтенсифікують процес миття, що відбувається.

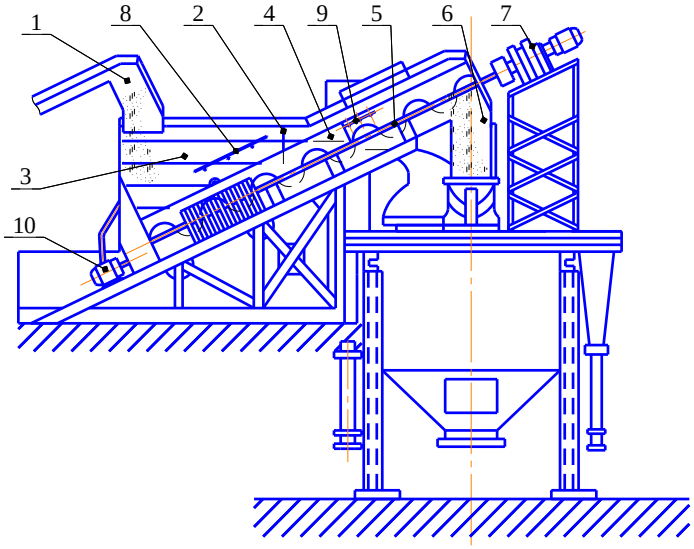


Рис. 1 – Машина для миття стружки

Під час процесу очищення мастила та МОР, щільність яких нижча за щільність миючого розчину, піднімаються на поверхню миючої ванни у відсіку інтенсивного миття *3*. Перегородка *2* відокремлює ці мастила від чистого розчину, що знаходиться в відсіку доочищення *4*. Таким чином, перегородка служить для запобігання повторному замасленню відмитої стружки забрудненням, яке знаходиться на поверхні миючого розчину.

Після миття стружка шнеком переміщується під перегородкою *2*, попадаючи до відсіку доочищення *4*, маючи можливість не контактувати з МОР, що знаходяться на поверхні розчину.

В камері *4* стружка проходить доочищення розпилювачами-дощовиками *9* і через вікно розвантаження *6*, що знаходиться вище за рівень рідини, видаляється з машини. Розташований зверху миючої камери привод *7* багатогвинтового шнекового ворушителя стружки *5* дозволяє герметизувати камеру від витікання з неї миючого розчину.

Таким чином, запропонована конструкція машини для миття металевої стружки забезпечує інтенсивність процесу миття, підвищує ефективність і якість очищення металевої стружки від мастильно-охолоджуючих рідин та масел. Крім того, дана машина може працювати в автоматичному режимі, що дає можливість її використання в комплексних системах переробки стружки у металургійному виробництві.

**Список посилань**

1. Чернишов О.В., Тищенко В.А. Визначення часу руху металевої стружки в при підготовці її до переробки в пристроях барабанного типу. Всеукраїнська науково-практична online-конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвячена Дню науки : зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 11-15 трав. 2020 р.). Житомир, 2020. С. 124.