

EBF: осуществляют по аналогии с EBM, отличие состоит в том, что металл подают в зону электронно-лучевого плавления в виде проволоки, а не порошка;

IFF: осуществляют по аналогии с EBM, отличие состоит в том, что в качестве источника энергии для плавления порошка используют плазматрон, ионизирующий инертный газ и генерирующий поток плазмы;

GMAW: осуществляют по аналогии с EBF, отличие состоит в том, что в качестве источника энергии для плавления проволоки используют электрическую дугу;

LOM: металлические листы подвергают контурному раскрою, полученные листовые выкройки пакетируют и соединяют друг с другом.

Сравнительный анализ аддитивных технологий, проводимый с учетом их классификационных признаков, может способствовать рациональному выбору этих технологий для изготовления деталей машин.

1. Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. – М.; ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

2. Интегрированные генеративные технологии: учеб. пособие / А.И. Грабченко [и др.]. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.

3. Шкуро, А.Е. Технологии и материалы 3D-печати: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 99 с.

УДК 621.762

ПОРОШКОВЫЕ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДНОГО РАСТВОРА ГИДРОГУМАТА ТОРФА И ИХ РЕГЕНЕРАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ

Студент – Сапотько А.С., 16 рпт, 2 курс, ФТС

Научный

руководитель – Кусин Р.А., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Из известных методов регенерации наиболее распространенным является механическая регенерация противотоком [1, 2]. В

современных устройствах использование сжатого воздуха с обратной промывкой позволяет увеличить межрегенерационный цикл работы фильтроэлементов [3]. К недостаткам известных методов регенерации противотоком относится относительно высокая продолжительность процесса. Повышение быстродействия и эффективности процесса за счет энергии взрыва, электрических импульсов или аккумуляирования сжатого воздуха усложняют и удорожают процесс. В тоже время анализ работы вакуумных фильтров [4] позволяет сделать вывод о том, что эффективным, но малоизученным процессом регенерации фильтроэлементов противотоком является метод, основанный на предварительном вакуумировании камеры сброса загрязнений, перекрытии канала ввода очищаемой суспензии во входную полость фильтрующего устройства и открытии канала, соединяющего входную полость с камерой сброса загрязнений. Метод прост, не требует специального оборудования и обеспечивает высокое быстродействие процесса. Схема устройства для реализации предложенного метода регенерации приведена на рисунке 1.

Устройство работает следующим образом. При фильтрации исходной жидкости, краны 2 и 4 находятся в открытом положении, а краны 6 и 12 – в закрытом. В то время вакуумный насос 7 включен и создает разрежение в ёмкости-накопителе 5, кран 9 открыт, а кран 10 закрыт. При достижении заданной степени разрежения, кран 9 закрывают, а вакуумный насос 7 отключают.

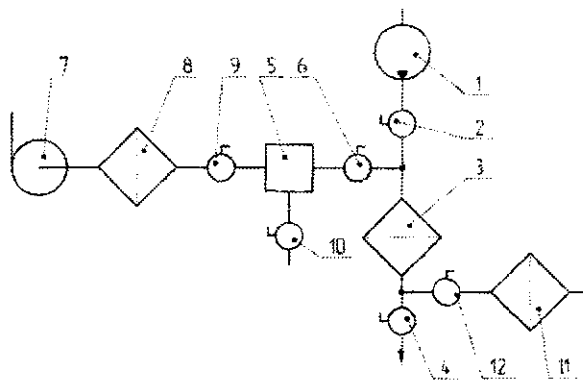


Рисунок 1 – Устройство для фильтрации суспензий:

1 – насос; 2, 4, 6, 9, 10, 12 – кран; 3 – фильтр; 5 – ёмкость-накопитель;
7 – вакуумный насос; 8 – фильтр предохранительный; 11 – фильтр тонкой очистки

При достижении на фильтре 3 критического перепада давления, краны 2 и 4 закрывают, а краны 6 и 12 открывают. При этом жидкость, прошедшая через фильтр, удалена и при регенерации не расходуется. Атмосферный воздух за счет разрежения в емкости-накопителе 5 проходит через фильтр 3, осуществляя очистку фильтрующей поверхности установленного в нем фильтроэлемента, удаляя с его загрязненной стороны задержанный загрязнитель и унося его в емкость-накопитель. Для более полной очистки фильтроэлемента, требуемый объем емкости накопителя, как минимум, более чем в три раза должен превышать объем фильтра. По завершении процесса очистки (регенерации) фильтра 3 краны 6 и 12 закрывают, краны 2 и 4 открывают и процесс фильтрации продолжается. При накоплении в емкости-накопителе 5 большого количества загрязнителя, загрязнитель удаляется открытием крана 10 при одновременно закрытых кранах 6 и 9.

Целью данной работы является выбор материала для фильтрации водного раствора гидрогумата и обоснование предложенного метода регенерации фильтроэлементов.

С целью определения характеристик фильтрующего материала, обеспечивающего требуемую степень фильтрации, был исследован процесс фильтрации модельной суспензии экспериментальными образцами фильтрующих материалов, изготовленных из порошков оловянно-фосфористой бронзы марки БрОФ10-1 различных фракций. Для этого предварительно был исследован дисперсный состав частиц, присутствующих в водном растворе выбранной ранее модельной среды (водном растворе регулятора роста растений «Гидрогумата»). Исследования размеров частиц как в исходной суспензии, так и в фильтрате производили с помощью лазерного дифракционного анализатора гранулометрического состава *Malvern Mastersizer* с автоматическим модулем диспергирования и подачи образца *HydroS*. Результаты исследований приведены в таблице 1. В той же таблице приведены результаты исследования гранулометрического состава частиц, присутствующих в фильтрате после прохождения водного раствора «Гидрогумата» через экспериментальные образцы фильтрующих материалов.

Таблица 1 – Результаты исследований гранулометрического состава дисперсных частиц, присутствующих в исходном водном растворе «Гидрогумата» и в фильтрате

Размерный диапазон частиц		0,1-1,0	1,0-10,0	10,0-30,0	30,0-50,0	50,0-100,0	100,0-200,0	200,0-400,0
Содержание, %	Исходный раствор	18,59	27,86	21,68	12,71	9,07	7,78	2,22
	Фильтрат, профильтрованный через образец № 1	11,30	35,52	31,67	10,12	7,80	2,98	0,61
	Фильтрат, профильтрованный через образец № 2	10,36	35,41	35,10	11,14	6,73	1,28	–
	Фильтрат, профильтрованный через образец № 3	22,38	41,45	31,35	3,57	1,25*	–	–
* фактически на кривой распределения присутствуют частицы 50,0–70,0 мкм								

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что в модельной жидкости присутствуют частицы широкого диапазона размеров. Исходя из условия, что частицы, присутствующие в «Гидрогумате» не должны засорять отверстие форсунки, распыляющей регулятор роста на растения, а минимальный размер форсунки составляет 200 мкм, в качестве заданной тонкости очистки можно принять размер 65 ± 5 мкм (около одной трети от размера отверстия форсунки, что гарантирует беспрепятственное прохождение частицы через форсунку). Тогда лучшими характеристиками обладает образец № 3 и как возможный вариант, который может быть допущен к испытаниям, образец № 2.

В таблице 2 приведены характеристики экспериментальных образцов.

Таблица 2 – Характеристики экспериментальных образцов

Номер образца	Пористость	Коэффициент проницаемости, $m^2 \times 10^{13}$	Размер пор, мкм	
			средний	максимальный
1	0,41	930,0	150,0	190,0
2	0,36	420,0	81,0	100,0
3	0,34	110,0	58,0	72,0

Как видно из таблицы 2, лучшими характеристиками обладает образец с пористостью 0,34, коэффициентом проницаемости $110,0 \times 10^{-13} \text{ м}^2$, средним размером пор 58,0 и максимальным – 72,0 мкм. Он обеспечивает высокую степень очистки – абсолютная тонкость фильтрации составляет 70 мкм, относительная (удержание 90 % частиц, в таблице не указана) – 18 мкм. Следует отметить, что данный образец изготавливался на основе порошка оловянно-фосфорной бронзы марки БрОФ10-1 с размерами частиц $(-0,315+0,2) \text{ мм}$.

Обоснование возможности применения предложенного метода регенерации проверяли следующий образом. Образец в виде диска, диаметром 30 и толщиной 3 мм после определения коэффициента проницаемости устанавливали в держатель и фильтровали через него модельную суспензию при постоянном давлении до уменьшения пропускной способности в 2 раза. Затем осуществляли процесс межрегенерационной очистки перекрытием канала очищаемой суспензии во входную полость держателя с образцом и открытием канала, соединяющего входную полость фильтра с заранее откакумированной емкостью сбора загрязнений. После этого образец извлекали из держателя, определяли коэффициент проницаемости и повторяли процесс (фильтрации, регенерации и измерений) до тех пор, пока коэффициент проницаемости образца после регенерации не уменьшался по сравнению с исходным в 2 или более раз. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения коэффициента проницаемости экспериментальных образцов до и после регенерации

Значение коэффициента проницаемости, $\text{м}^2 \cdot 10^{13}$											
исходное	После очередной регенерации										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
109,6	104,5	99,4	94,7	90,0	85,2	80,4	74,0	69,1	64,4	60,0	54,6

Анализ приведенных в таблице 3 данных позволил установить, что образец выдержал 11 регенераций. Устройство обеспечило восстановление пропускной способности не менее 90 % во всех случаях регенерации образцов.

Таким образом, проведен выбор исходного материала для изготовления фильтроэлементов для фильтрации водного раствора

гидрогумата торфа и обоснована эффективность их регенерации предложенным методом.

1. Коваленко, В.П. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений / В.П. Коваленко, Л.А. Ильинский. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

2. Андрушевич, А.А. Регенерация фильтрующих элементов на основе металлических порошков, волокон и сеток в хозяйствах агропромышленного комплекса / А.А. Андрушевич [и др.] // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации: материалы конф., посвящ. 60-летию создания БГАТУ и памяти Суслова, Минск, 4-6 июня 2014 г. / БГАТУ; под общ. ред. И.Н. Шило, Н.А. Лабушева, в 2 ч. – Минск, 2014. – Ч. 1. – С. 221–225.

3. Азаров, С.М. Оценка эффективности работы фильтрующих композиций при очистке воды оборотных систем / С.М. Азаров [и др.] // Порошковая металлургия: респуб. сб. науч. трудов. – Минск: Беларуская навука, 2009. – Вып. 32. – С. 114–120.

4. Айнштейн, В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник: в 2 кн. / В.Г. Айнштейн [и др.] // под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Люкс; Высшая школа, 2003. – Кн. 1. – 912 с.

УДК 621.74

КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Студент – Кучук Д.В., 34 тс, 2 курс, ФТС

Научный

руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Сменные детали рабочих органов сельскохозяйственной техники относятся к числу самых сложных изделий сельскохозяйственного машиностроения. Повышение их работоспособности является важной задачей отечественного сельскохозяйственного машиностроения и ремонтного производства. Решение этой научно-технической проблемы требует комплексного подхода, учитывающего конструкторские, технологические, материаловедческие, эксплуатационные, экологические и экономические факторы [1].

Машиностроительными и ремонтными предприятиями республики освоено производство почворежущих элементов