



Рис.2. Поверхность исходного шерстяного волокна (2000<sup>x</sup>).  
Fig.2. The surface of the initial wool fiber (2000<sup>x</sup>).



Рис.3. Поверхность шерстяного волокна, промытого в 5%-ном бентоните (2000<sup>x</sup>).  
Fig.3. The surface of the wool fiber washed up in a 5% bentonite.



Рис. 4. Поверхность шерстяного волокна, промытого в 8%-ном бентоните (2000<sup>x</sup>).  
Fig.4. The surface of the wool fiber washed up in a 8% bentonite.

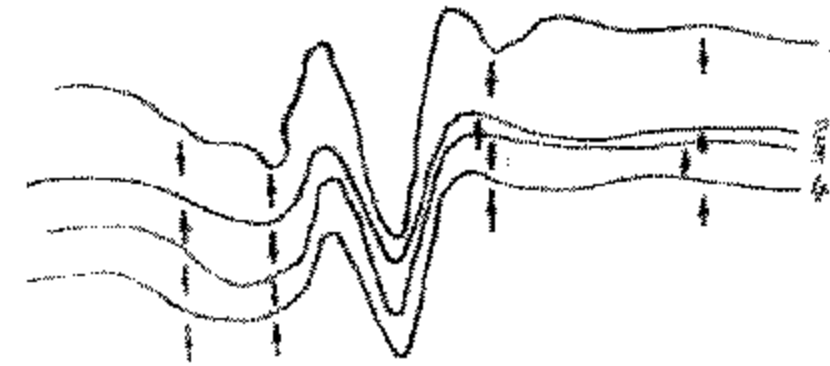


Рис. 5. Спектры ЭПР шерстяного волокна: 1 – суровая ткань; 2– ткань, промытая классическим методом; 3 – ткань, промытая в бентоните; 4.– ткань, промытая в бентонито-содовом растворе  
Fig.5.EPR spectra of the wool fiber: 1-coarse cloth; 2- the cloth washed up by conventional method;3-the cloth washed up in bentonite; 4-the cloth washed up in bentonite-soda solution..

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Джохаридзе Г., Буадзе Е. Способ размотки коконов. А.С. (СССР) 943343. Б. И. №26. 1982.
2. Буадзе Е. Дис... докт. техн. наук. Кутаисский технический университет. Кутаиси. 2000.
3. Буадзе Е., Бочоришвили Р. Шлихта для хлопчатобумажной пряжи. Оф. бюлл. №5 (14). 1997.
4. Дограшвили Н., Шарабидзе М., Буадзе Е. Исследование вязкости нового крахмала с набухающим агентом. Тр. КТУ. 1996. №3.
5. Буадзе Е.П. и др. /Текстильная химия. 2004. 24 (1). С. 5-18.
6. Буадзе Е., Андросов В., Борушек Е. Способ утяжеления натурального шелка. А.с. СССР № 670646. 30.06.79. Б.И. 24.
7. Асатиани Л., Лекишвили Н., Джелия М. Химия и основные принципы производства бытовых продуктов. Тбилиси. Изд-во «Бизнес Куриери». 2002.
8. Шиканова И. Технология отделки шерстяных тканей. М.: Изд-во. лег. пром-сти. 1983.

УДК 621.928

А.Э. Левданский, Д.И. Чиркун, Э.И. Левданский

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ В ПРОТОЧНОМ КЛАССИФИКАТОРЕ

(Белорусский государственный технологический университет)

*Проведен краткий анализ процессов разделения в классических конструкциях сепараторов, предложена принципиально новая конструкция классификатора, работающая по принципу проточного разделения, приведены результаты исследований разработанной конструкции.*

Разделение сыпучих материалов по размерам широко используется в различных отраслях народного хозяйства. Крупнозернистые материалы успешно разделяют механическим способом

путем просеивания на ситах. Более сложно осуществить качественное разделение на фракции тонкодисперсных материалов, и для этих целей в большинстве случаев используют воздушную се-

парацию. Однако анализ работы применяемых в цементном производстве воздушных сепараторов показывает, что они обладают недостаточной эффективностью и около 50% готового тонкого продукта после воздушной классификации снова возвращается на помол [1].

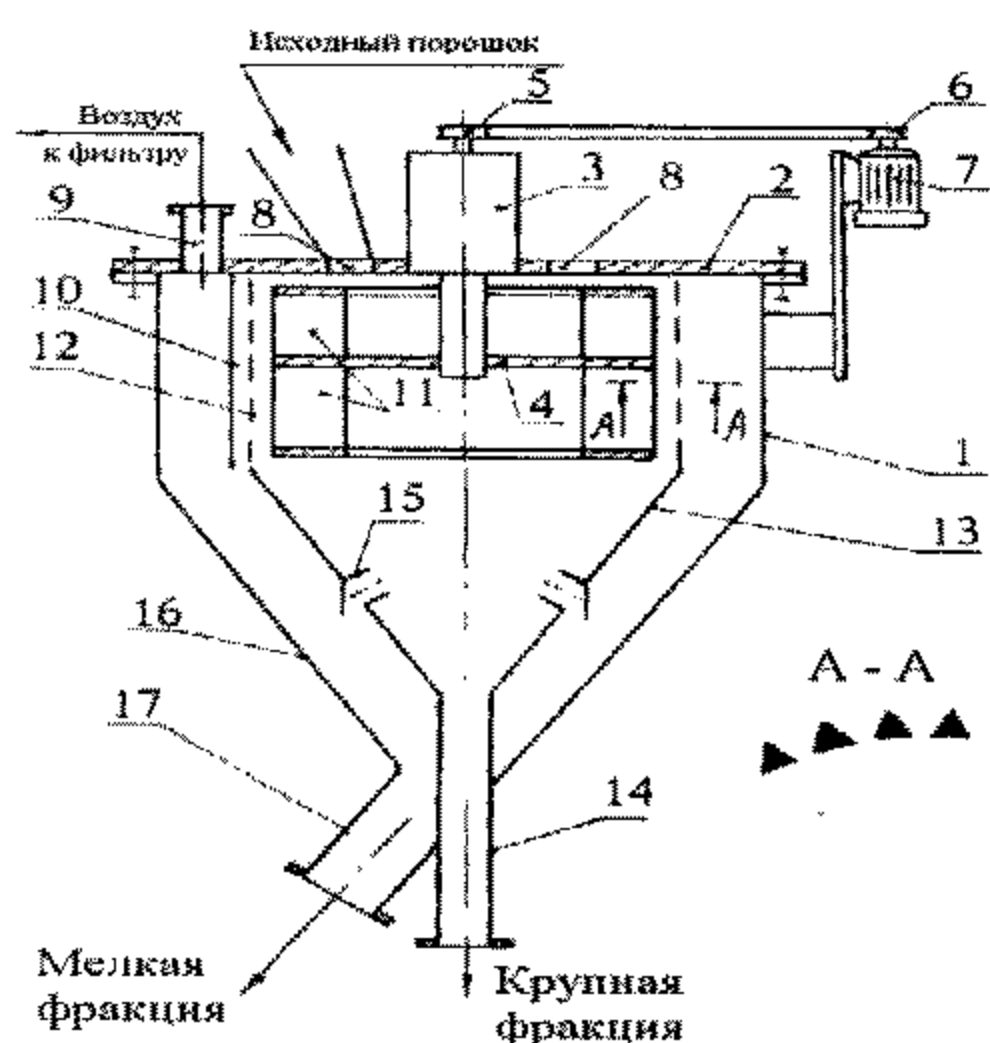


Рис. 1. Проточный роторно-центробежный сепаратор.  
Fig. 1. Flowing rotor-centrifugal type separator.

Проведенный патентный анализ показывает, что в последнее время одним из наиболее перспективных направлений развития процессов разделения является способ проточной сепарации. Под проточным разделением понимают гидродинамические процессы движения многофазных потоков в канале с проницаемыми стенками с непрерывным отводом через них сплошной фазы, которая увлекает за собой мелкие частицы. Ряд конструкций сепараторов на основе принципа проточного разделения разработан в Японии, Франции, Германии, несколько проточных сепараторов бельгийского производства внедрены на цементных предприятиях Республики Беларусь.

Авторами данной статьи разработана конструкция проточного роторно-центробежного сепаратора для разделения тонкодисперсных систем, которая может найти широкое применение в различных отраслях промышленности [2].

Предложенная нами конструкция сепаратора (рис. 1) состоит из корпуса 1 с крышкой 2. По центру крышки крепится подшипниковый узел 3, вал которого одним концом опущен во внутрь сепаратора, и к нему жестко крепится диск 4, а на втором конце вала насажен шкив 5, который связан ременной передачей со шкивом 6, насажены на вал электродвигателя 7. В крышке 2 вокруг подшипникового узла имеются отверстия 8, через которые поступает в сепаратор воздух, а в одно из

них подается порошок. При агрегировании сепаратора с мельницей все отверстия могут быть объединены общим патрубком. В этом случае из мельницы по трубопроводу в патрубок и далее в сепаратор будет поступать аэровзвесь, состоящая из продуктов помола и воздуха. Для удаления из сепаратора воздуха в крышке имеется патрубок 9. Для снижения уноса с воздухом пыли к крышке прикреплен отбойная пластина 10.

По краям диска 4 сверху и снизу крепятся лопасти 11. На небольшом расстоянии от концов лопастей к крышке 2 крепится цилиндрическая перфорированная обечайка 12, внизу оканчивающаяся конусом 13 с патрубком 14, который предназначен для удаления из сепаратора крупной фракции. Для обеспечения циркуляции воздуха в сепараторе в конусе 13 имеются отверстия с направляющими патрубками 15. Корпус сепаратора оканчивается эксцентричным конусом 16 с патрубком 17, предназначенным для удаления мелкой фракции. Цилиндрическая перфорированная обечайка 12 является основным рабочим элементом сепаратора и в зависимости от граничного зерна разделения, абразивности и других особенностей разделяемого материала может быть выполнена из перфорированного листа, сетки или набрана из стержней треугольного профиля, установленных друг к другу с определенным зазором, аналогично дуговым грохотам и как показано в сечении А-А (рис. 1).

Для разделения в классификаторе сыпучего материала на два класса включается электродвигатель 7, который с помощью ременной передачи приводит во вращение вал с диском 4. Так как на диске 4 сверху и снизу закреплены лопасти 11, то при вращении он работает как спаренное колесо вентилятора. При работе в центре диска создается разрежение и сюда через воронку и отверстие 8 поступают исходный порошок и воздух. Порошок подхватывается воздушным потоком и попадает на лопасти 11, с которых за счет центробежной силы с высокой скоростью отбрасывается под углом к перфорированной обечайке 12. В кольцевой зазор между концами лопаток и перфорированной обечайкой поступает и воздух. Следовательно, в зазоре создается вращающийся поток воздуха и частиц. При этом за счет центробежной силы у поверхности перфорированной обечайки образуется зона повышенного давления, и воздух вместе с мелкодисперсными частицами порошка проходит через отверстия и щели и удаляется из рабочей зоны в зазор между корпусом и обечайкой. Здесь за счет гравитации частицы осаждаются, по конусу 16 сползают вниз и через патрубок 17 выводятся из сепаратора как готовый

мелкий продукт, а воздух с мельчайшей пылью через патрубок 9 удаляется на очистку. Частицы, не прошедшие через отверстия перфорированной обечайки, опускаются вниз и далее по внутренней поверхности конуса 13 поступают в патрубок 14 и как крупная фракция выводится из сепаратора. Так как тангенциальная скорость воздуха и частиц внутри рабочей камеры около перфорированной обечайки 12 значительно выше, чем радиальная, то через отверстия перфораций будут проходить частицы, размер которых намного меньше размера самих отверстий, что исключает их забивку.

Наличие лопастей снизу вращающегося диска 4, а также отверстий с патрубками 15 в конической обечайке 13 позволяет организовать циркуляцию воздуха внутри сепаратора и дополнительно воздействовать на вращающийся аэрозольный поток у перфорированной обечайки и тем самым более эффективно извлекать мелкие частицы из порошка, подаваемого на классификацию. Изменяя скорость газа в отверстиях перфорации, а также производя замену перфорированной обечайки можно в широком диапазоне изменять граничный размер зерна разделения.

С целью внедрения разработанной конструкции в производство были проведены экспериментальные исследования полупромышленного образца сепаратора производительностью до 1 т/ч. В ходе исследований определялись максимальный граничный размер частиц в зависимости от величины отверстия перфорации, эффективность разделения в зависимости от производительности по исходному материалу и от частоты вращения ротора.

Исследования проводились на гипсе, клинкере цемента, а также на муке грубого помола, полученной измельчением зерна ячменя. Применение муки грубого помола, где многие частицы имели иглообразную форму и максимальный размер их достигал 2,5 мм, позволило изучить возможность забивки отверстий перфорированной обечайки. Результаты экспериментов близки между собой для всех материалов, но так как разброс дисперсного состава продуктов сепарации муки значительно выше чем в других случаях, то в данной статье мы приводим результаты исследований только муки, они более наглядны.

Результаты исследований представлены в виде графиков (рис.2-4).

На рис.2 представлен дисперсный состав продуктов сепарации при различной производительности по исходному материалу. Из графика видно, что изменение нагрузки в диапазоне от 0,03 до 0,11 кг/с существенного влияния на качество разделения не оказывает. При дальнейшем

увеличении нагрузки по исходному материалу наблюдается снижение эффективности разделения. Объясняется это взаимодействием частиц между собой и нарушением гидродинамики потока в камере разделения.

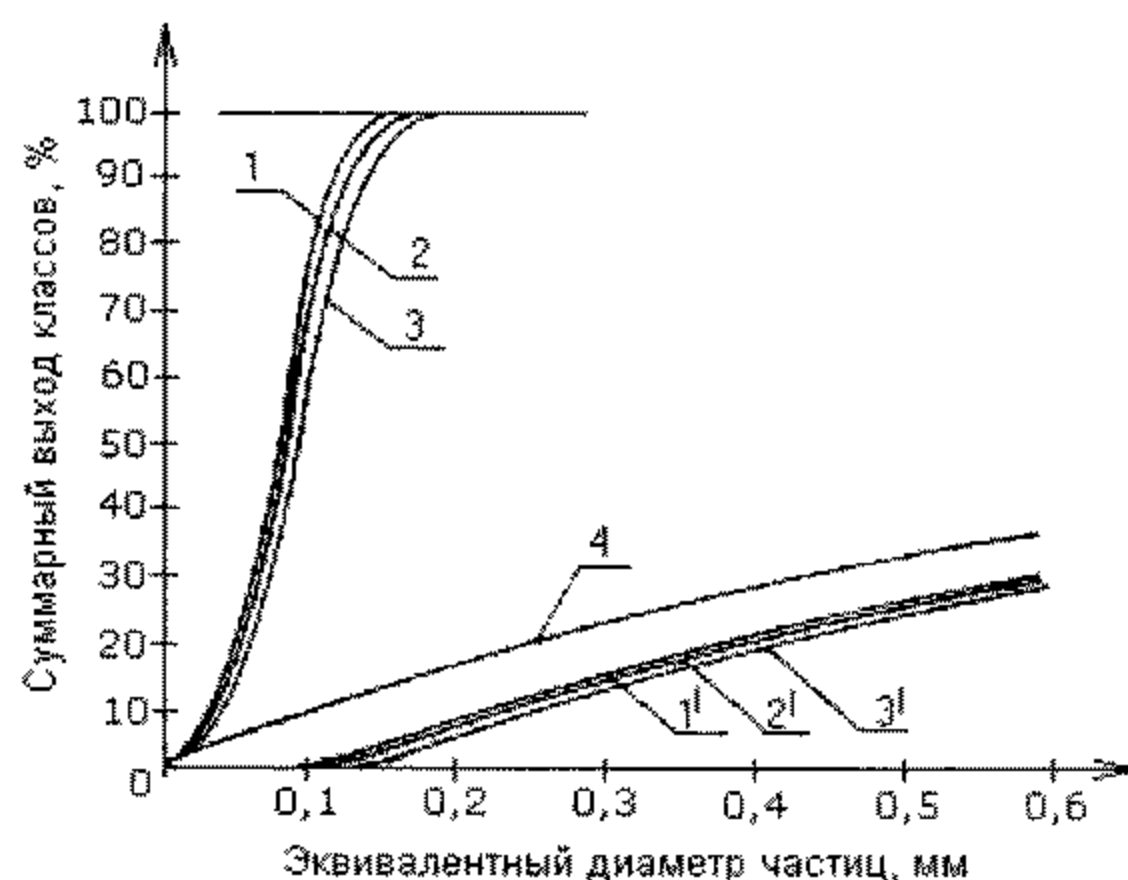


Рис. 2. Фракционный состав продуктов сепарации при различной производительности по исходному материалу. Частота оборотов ротора 1000 об/мин; размер отверстий 0,28×0,28 мм. Фракционный состав соответственно мелкой и крупной фракций при: 1,1<sup>1</sup> - 0,03 кг/с; 2,2<sup>1</sup> - 0,08 кг/с; 3,3<sup>1</sup> - 0,11 кг/с; 4 — исходный продукт.

Fig.2. Fractional composition of the products of separation. Rotor rotation frequency -10000r/min; size of the holes -0,28x 0,28 mm. Fractional composition of a fine and coarse fractions at 1,1<sup>1</sup> - 0,03 kg/s; 2,2<sup>1</sup> - 0,08 kg/s; 3,3<sup>1</sup> - 0,11 kg/s; 4-initial product.

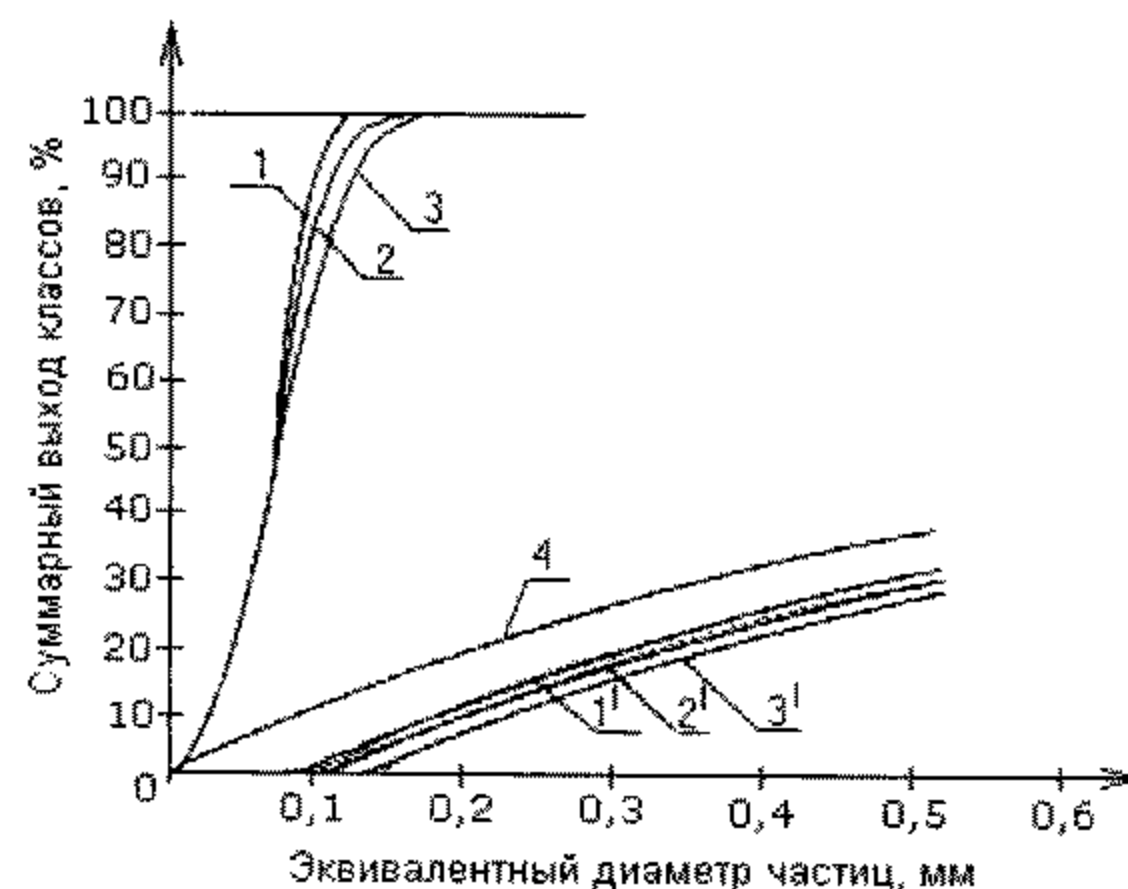


Рис.3. Фракционный состав продуктов сепарации при различной частоте вращения ротора. Производительность 0,08 кг/с; размер отверстий 0,28×0,28 мм. Фракционный состав соответственно мелкой и крупной фракций при: 1,1<sup>1</sup> - 750 об/мин; 2,2<sup>1</sup> - ;1000 об/мин 3,3<sup>1</sup> - 1500 об/мин; 4 — исходный продукт.

Fig.3. Fractional composition of the products of separation at various rotor rotation frequency. Production capacity 0,08 kg/s. size of the holes -0,28x 0,28 mm. Fractional composition of a fine and coarse fractions at 1,1<sup>1</sup> 750 r/min.; 2,2<sup>1</sup> - ;1000 r/min. 3,3<sup>1</sup> - 1500 r/min.; 4 -initial product.

На рис.3 представлены результаты исследований при различной частоте вращения ротора.

Частота вращения ротора практически не влияет на граничный размер частиц тонкой фракции, так как с увеличением частоты вращения ротора возрастает как радиальная, так и тангенциальная скорость частицы, тогда как арктангенс их отношения, определяющий угол подхода частицы к перфорированной обечайке, остается практически неизменным.

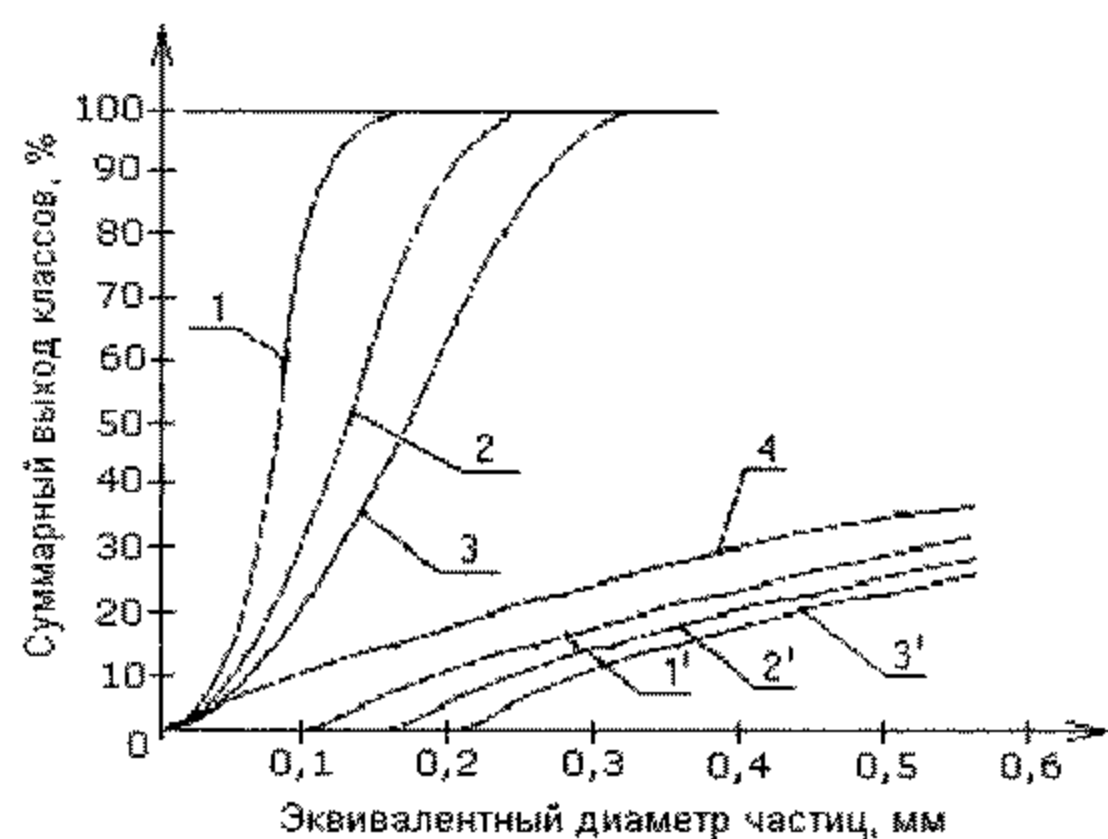


Рис.4. Фракционный состав продуктов сепарации при различной величине отверстий перфораций. Производительность 0,08 кг/с; частота оборотов ротора 1000 об/мин. Фракционный состав соответственно мелкой и крупной фракций при: 1,1<sup>l</sup> - 0,28×0,28 мм; 2,2<sup>l</sup> - 0,44×0,44 мм; 3,3<sup>l</sup> - 0,66×0,66 мм; 4 – исходный продукт.

Fig.4. Fractional composition of the products of separation at various sizes of perforation holes. Production capacity 0,08 kg/s. Rotor rotation frequency -10000 r/min. Fractional composition of a fine and coarse fractions at 1,1<sup>l</sup> - 0,28×0,28 mm; 2,2<sup>l</sup> - 0,44×0,44 mm; 3,3<sup>l</sup> - 0,66×0,66 mm ; 4-intial product..

Кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств

Взаимное расположение зависимостей фракционного состава продуктов сепарации (рис.4) показывает, что размер отверстий перфораций является определяющим параметром регулирования дисперсного состава продукта. Изменяя размер отверстий перфораций можно получить продукт заданного качества в пределах от 50 мкм до 1-2 мм.

Обработка экспериментальных данных позволила получить математическую зависимость для описания гранулометрического состава порошка, прошедшего через перфорированную обечайку в зависимости от размеров ее отверстий:

$$D = 100 \cdot \left[ 1 - e^{-\left(11,4 \cdot b^{-2,3}\right) x^{2,5}} \right], \quad (1)$$

где D - суммарный выход классов, %; b - размер отверстий перфораций, мм; x - размер частиц, мм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барский М.Д. Фракционирование порошков. М.: Недра. 1980. 376 с.
2. Левданский Э.И. и др. Заявка на изобретение № 20021041 РБ. Оpubл. в Б.И. № 3. 2002 г.