

ходе поликапромида $Q = 0.5 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ с плотностью $\rho = 950 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и поверхностным натяжением $\sigma = 0.0357 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Расчетные величины высоты пленки и её поверхности составили $H=2.3\text{м}$, $S=1.33\text{м}^2$. Экспериментальная высота слияния пленки в струю была около 2м.

Проект аппарата был передан для реализации в Гродненское ПО "Химволокно".

ЛИТЕРАТУРА.

1. Вольф Л.А., Хайтин Б.Ш. Производство поликапромида. - М.: Химия, 1977.
2. Берд Р., Стьюарт В., Лайфут Е. Явления переноса. - М.: Химия, 1974.
3. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. - Л.: Химия, 1977.
4. Адамсон А.У. Физическая химия поверхностей. - М.: Мир, 1979.
5. Шульман З.П., Байков В.П. Реодинамика и тепломассообмен в пленочных течениях. - Мн.: Наука и техника, 1979.

УДК 691.002.5; 666.1/9

А.А. Гарабажиу, аспирант;
Э.И. Левданский, профессор;
А.Э. Левданский, ассистент

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЫ С ИНЕРЦИОННО-ГРАВИТАЦИОННОЙ ВЫГРУЗКОЙ ГОТОВОГО ПРОДУКТА

In the article development and research of rotor-centrifugal mill, for constant separation of heterogeneous systems by flouring filtration.

Процессы измельчения очень широко распространены практически в любой отрасли человеческой деятельности (например, в производстве строительных материалов, в горнорудной, химической, пищевой и других отраслях.)

Однако процесс измельчения требует больших энергетических затрат и сопряжен с безвозвратной потерей металла из-за износа рабочих элементов. В ряде работ отмечается, что на измельчение затрачивается около 10% производимой в мире электроэнергии и несколько миллионов тонн высококачественной стали [1].

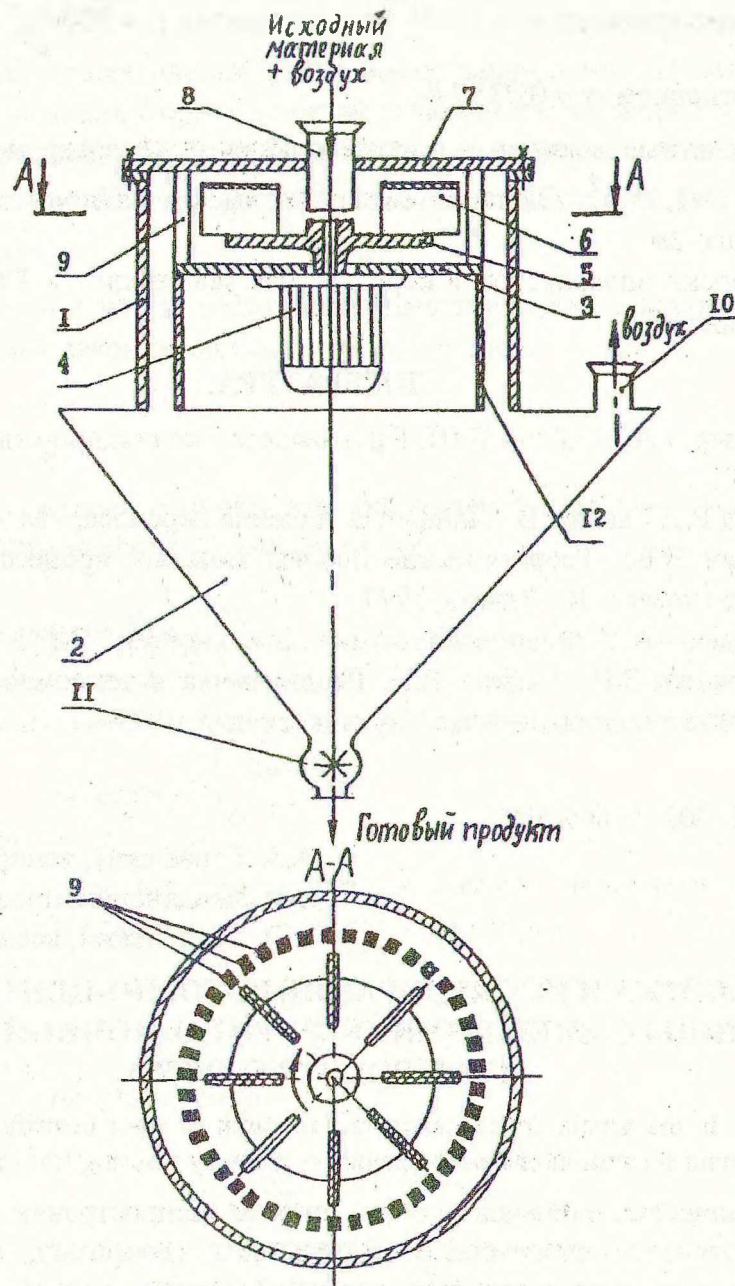


Рис.1. Роторно-центробежная мельница с инерционно-гравитационной выгрузкой готового продукта

1-корпус; 2-бункер; 3-нижняя плита; 4-электродвигатель; 5-диск; 6-лопасти; 7-крышка; 8-питательный патрубок; 9-отражательные стержни; 10-патрубок удаления воздуха; 11-патрубок выгрузки материала; 12-внутренняя цилиндрическая обечайка

Достаточно будет сказать, что в производстве цемента, для измельчения клинкера, используются в настоящее время шаровые мельницы, мощность привода которых достигает 8000 кВт.

Большие энергетические затраты объясняются не только большими объемами перерабатываемых материалов, но и тем, что используемые для измельчения машины, особенно для помола, отличаются чрезвычайно низкой эффективностью и КПД их составляет, в лучшем случае, несколько процентов [2].

Поэтому в настоящее время многие исследователи занимаются разработкой новых, более эффективных машин для измельчения материалов. Все более широкое применение находят среднеходные мельницы, у которых расход электроэнергии на единицу измельченного материала ниже почти в 2 раза, чем в барабанных мельницах [3]. Еще более эффективными и перспективными машинами для измельчения материалов являются роторно-центробежные мельницы.

Одна из конструкций роторно-центробежных мельниц, разработанных нами, представлена на рис. 1.

Эта мельница состоит из цилиндрического корпуса 1, нижняя часть которого соединена с бункером 2. К нижней плите 3 корпуса 1 крепится электродвигатель 4, вал которого проходит внутри корпуса мельницы. Внутри корпуса на валу с помощью ступицы установлен диск 5 с лопастями 6. Сверху к корпусу болтами крепится крышка 7 с питательным патрубком 8, конец которого опущен внутрь корпуса. Внутри корпуса по окружности жестко закреплены отражательные стержни 9. В зависимости от требуемой тонины помола стержни 9 устанавливаются на расстоянии $q=1-5$ мм. По наружной поверхности плиты 3 снизу приварена обечайка 12, соединенная с бункером 2. Таким образом цилиндрической обечайкой корпуса 1 и обечайкой 12 образован кольцевой канал для выгрузки измолотого продукта из мельницы в бункер 2. Бункер имеет коническую форму и оканчивается патрубком с питателем 11 для выгрузки материала. Для удаления воздуха из бункера в верхней его части имеется патрубок 10.

При работе мельницы электродвигатель 4 приводит во вращение роторный диск 5 с рабочими лопастями 6 с окружной скоростью по концам лопастей не менее 50 м/с.

Подлежащий измельчению материал через патрубок 8 равномерно подается в центральную часть мельницы. Измельчение происходит как при ударе рабочих лопастей 6 о частицы исходного материала, так и при ударе в дальнейшем этих частиц об отражательные стержни 9.

Мельница одновременно работает и как вентилятор. Всасывание воздуха осуществляется через питательный патрубок 8. При вращении ротора 5 с лопастями 6 воздух вместе с измельченным материалом, вращаясь

внутри рабочей камеры, заставляет материал многократно ударяться о рабочие поверхности. При этом за счет центробежной силы у поверхности отражательных стержней создается зона повышенного давления воздуха, и он через щели между стержнями проходит вместе с тонко измельченным материалом в кольцевой канал и далее, двигаясь вниз, поступает в бункер 2. Измельченный материал осаждается в бункере 2, а запыленный воздух через патрубок 10 поступает в циклон на очистку.

Ввиду того, что тангенциальная скорость воздуха и частиц внутри рабочей камеры у поверхности отражательных стержней значительно выше, чем их радиальная скорость в щелях, то естественно, что радиальный поток будет подхватывать только мелкие частицы, размер которых намного меньше размера самих щелей. Следовательно, при таких условиях исключается забивка щелей между отражательными стержнями и будет обеспечиваться высокая степень измельчения готового продукта.

С целью промышленного внедрения нами был изготовлен экспериментальный образец роторно-центробежной мельницы с инерционно-гравитационной выгрузкой с диаметром рабочего диска по концам лопастей 0,4 метра. Рабочий диск мельницы был снабжен 12-ю жестко прикрепленными к нему лопастями. Привод рабочего диска осуществлялся электродвигателем на 7,5 кВт и с частотой вращения в 3000 об/мин. В качестве материала для исследований использовались гранулы извести после печи, работающей по мокрому способу производства, гипсовый камень, мел, а также зерна ячменя и ржи. Материал на измельчение в мельницу подавался из бункера шнековым питателем. Изменение подачи материала осуществлялось изменением числа оборотов шнекового питателя. Замер расхода электроэнергии на привод электродвигателя мельницы осуществлялся ваттметром.

Анализ известных методов оценки качества помола и опубликованных работ по измельчению показал, что наиболее достоверным и простым является метод определения тонины помола путем рассева на ситах. Единственным недостатком этого метода является его длительность. Поэтому для определения тонины помола нами использовался набор стандартных сит с минимальным размером отверстий 0,063 мм и максимальным—2 мм [4,5].

Одним из главных показателей работы мельницы является фракционный состав продуктов помола. На рис. 2 представлены графические зависимости фракционного состава продуктов помола гипсового камня, извести, мела и зерна при минимальной производительности мельницы с зазором между отражательными стержнями $q=1$ мм.

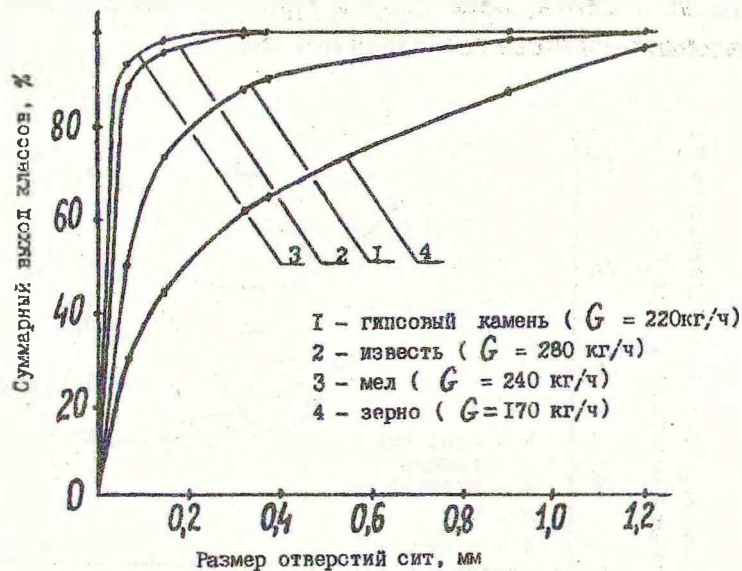


Рис.2. Фракционный состав продуктов помола в роторно-центробежной мельнице с инерционно-гравитационной выгрузкой ($q=1 \text{ мм}$)

Более высокая степень измельчения в роторно-центробежной мельнице (см. рис.2.) достигается при помоле извести и мела (кривые 2 и 3 соответственно). Несколько хуже измельчается гипсовый камень (кривая 1), а наибольшие затруднения имели место при помоле зерна (кривая 4). Высокая степень помола извести и мела объясняется тем, что гранулы той же извести или кусочки мела состоят из мелких кристаллов, связь между которыми значительно слабее, нежели связь между кристаллами гипсового камня, а тем более зерна. Поэтому создание сильного удара гранул извести или кусочков мела, вначале об лопасти рабочего диска, а далее об отражательные стержни, оказывается более чем достаточным, чтобы они почти полностью распались на отдельные кристаллы. В результате этого через зазоры между отражательными стержнями проходят частицы извести или мела значительно меньшие по размеру, нежели размер самих зазоров. При помоле же кусков гипсового камня или зерна того же ударного импульса оказывается недостаточно, чтобы измельчить их на отдельные кристаллы, и через зазоры между отражательными стержнями уже будут проходить частицы гипсового камня или зерна, соизмеримые с размером самих зазоров.

Второй не менее важной характеристикой работы роторно-центробежной мельницы является расход электроэнергии на помол мате-

риалов. На рис.3. представлены графические зависимости удельного расхода электроэнергии при помоле в мельнице соответственно 1 тонны гипсового камня, извести, мела и зерна. При этом зазор между отражательными стержнями мельницы составлял $q=1$ мм.

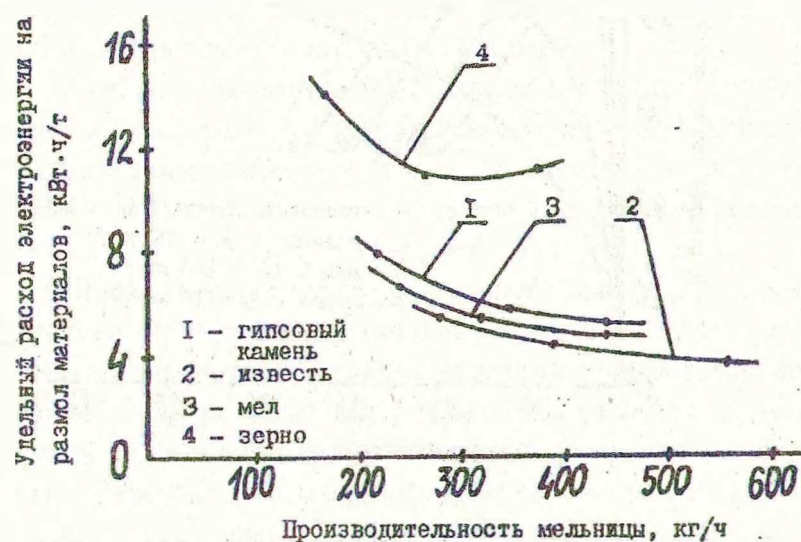


Рис.3. Зависимость удельного расхода электроэнергии на размол материалов от производительности роторно-центробежной мельницы с инерционно-гравитационной выгрузкой ($q=1$ мм)

При анализе рис.3. можно отметить, что роторно-центробежная мельница имеет оптимальную производительность, при которой удельный расход электроэнергии на размол того или иного материала минимален. Увеличение или уменьшение производительности от оптимальной вызывает повышение удельного расхода электроэнергии на размол материалов. Величина оптимальной производительности любой мельницы определяется экспериментальным путем, так как зависит от большого количества конструктивных и технологических факторов.

Кроме этого, из рис.3. видно, что наибольший удельный расход электроэнергии имеет место при помоле зерна (кривая 4), несколько меньший — при помоле гипсового камня (кривая 1) и минимальный расход — при помоле извести и мела (кривые 2 и 3 соответственно). Объясняется это прочностными характеристиками материалов. Чем слабее межкристаллические связи внутри материала, тем легче он подвергается разрушению и тем меньше энергии на это расходуется.

Таким образом, на основании анализа результатов проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработанная конструкция роторно-центробежной мельницы с инерционно-гравитационной выгрузкой является вполне работоспособной и может обеспечить высококачественный помол материалов при низком расходе электроэнергии.
2. Данную мельницу лучше всего использовать для помола материалов низкой и средней прочности (например, таких, как известь и мел).
3. Использование в производстве извести роторно-центробежной мельницы с инерционно-гравитационной выгрузкой, вместо барабанной шаровой мельницы, даст возможность снизить расход электроэнергии на помол более чем в 10 раз, а степень измельчения извести при этом составит остаток на сите N 0,08 в 7—8%, тогда как существующим стандартом, при помоле извести, предусмотрен остаток на сите N 0,08 не более 10—15%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ghigi G, Rabottino L. Второй Европейский конгресс по измельчению.— Амстердам, 1968.
2. Сборник научных трудов института «Механобор». Совершенствование процессов дробления, измельчения, грохочения и классификации.—Л., 1985.
3. Летин Л.А., Родатис К. Ф. Среднеходные и тихоходные мельницы. — М.: Энергия, 1981.
4. Ходаков Г.Е. Основные методы дисперсионного анализа порошков.— М.: Стройиздат, 1968.
5. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов.—М.: Химия, 1971.

УДК 621.1.1.7:66.023

Н.П. Саевич, асс.;
А.И. Ершов, профессор;
Д.Г. Калишук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗА В МНОГОТРУБНЫХ АППАРАТАХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМ

The paper presents the results of the investigation of a new two-phase gas-distributor. The model considered provides stable gas distribution under wide range of gas and liquid loading. Gas-distributor can be applied to the heat-exchange apparatuses, reactors, absorbers with ascending gas and liquid currents and to the treatment of contaminated fluids.

В химической и смежных отраслях промышленности широко используются вертикальные трубчатые аппараты с восходящими газожидко-