

## ПРЯМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Сиваченко Л.А., д-р техн. наук, проф.,**

*Белорусско-Российский университет, г. Могилев*

**Романович А.А., д-р техн. наук, проф.,**

**Сиваченко Т.Л., соискатель**

*Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова*

Одной из основных проблем в промышленности строительных материалов является огромный расход энергоресурсов. Прежде всего, это касается производства цемента, извести, керамики, силикатных изделий, наполнителей и добавок всех видов, пигментов и ряда других [1-3]. Неуклонный рост возобновляемых источников энергии в качестве энергетической базы многих сфер деятельности человека является закономерным историческим этапом развития. Именно по этой причине попытаемся обосновать перспективы использования энергии ветра в технологиях производства строительных материалов.

Хорошо известно, что кинетическая энергия потока воздуха выражается классической зависимостью:

$$\mathcal{E}_k = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (1)$$

где  $m$  - масса воздуха;  $v$  - скорость воздушного потока.

При этом мощность воздушного потока определяется следующим выражением:

$$N = p \cdot F \cdot \frac{v^2}{2} \quad (2)$$

где  $p$  - плотность воздуха;  $F$  - площадь сечения потока воздуха.

Даже простейшей оценки потоков атмосферного воздуха достаточно, чтобы определить его высокие энергетические возможности. Однако возникает ряд серьезных вопросов, касающихся того как преобразовать эту энергию и куда направить. В качестве технической гипотезы, способной на них ответить, может быть преобразование энергии воздушного потока в механическую в конфузормом аппарате и использование ее с минимальными

преобразованиями для непосредственного воздействия на перерабатываемые материалы или проведению смежных процессов [4].

Анализ различных стадий производства строительных материалов дает нам основания выделить целый ряд возможных применений энергии ветра для его нетрадиционного использования. В их числе можно назвать следующие: подготовка и проведение холодной сушки влажных материалов, струйное, вибрационное измельчение зернистых материалов, барботаж, пневмотранспорт сыпучих материалов, пневмоклассификация материалов, охлаждение клинкера, гранулирование в воздушном потоке, обезвоживание нерудных и других материалов, пневматическое смешивание, питание пневмосетей, как вентиляторные установки и т.д.

В качестве конкретных технических решений приведем несколько их возможных вариантов. Особого внимания здесь заслуживает осуществление холодной сушки влажных сырьевых материалов - мела, мергеля, глины, торфа, цеолитов, доломита и других, что целесообразно выполнять на первом этапе их переработки. Местом ее реализации может быть, как карьер непосредственно, так и площадка завода, где после его транспортировки сырье вводится в технологическую цепь, что требует некоторые корректировки в процесс. По нашему мнению, более предпочтителен второй вариант, так как он обладает устойчивостью проведения и в меньшей степени зависит от климатических условий.

В качестве подтверждения реальности холодной сушки влажных сырьевых материалов можно привести известный эффект срыва влаги с угольных частиц газовым потоком [5]. Суть его сводится к тому, что потоком газа механически происходит срыв влаги с поверхности угольных частиц с интенсивной диспергацией «сорванной» влаги и с частичным удалением ее из сушильного аппарата в виде жидкой фазы (тумана). т.е. без перевода ее из жидкой фазы в парообразную.

При этом эффекте в несколько раз увеличивается поверхность раздела фаз и тем самым резко интенсифицируется сушка. Удаление значительной части свободной влаги, содержащейся в материале, без затрат энергии на ее фазовое превращение дает значительную экономию тепловой энергии. Технически это обеспечивается продувкой слоя частиц холодным воздухом со скоростью 30-160 м/сек и позволяет снижать влажность по абсолютному показателю на 5-25%. Расход воздуха при этом составляет порядка  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$  на 1 кг.

Учитывая свойства капиллярно-пористых структур, к которым относятся мел, мергель, глина, трепел и другие, характеризующиеся тем, что движение жидкости в ее капиллярах зависит от их диаметра и

сила сопротивления этому движению тем больше, чем меньше диаметр капилляров, выскажем предположение, что активизировать процесс движения такой жидкости к поверхности твердых частиц можно путем интенсивных механических воздействий, приводящих к их разрушению и образованию новой поверхности. Этот механизм движения жидкости в капиллярах можно назвать эффектом ударного вывода жидкости из капилляров и удаления воздушным потоком.

Сущность метода холодной сушки поясняется рисунком 1, на котором представлена принципиальная схема реализации процесса [6].

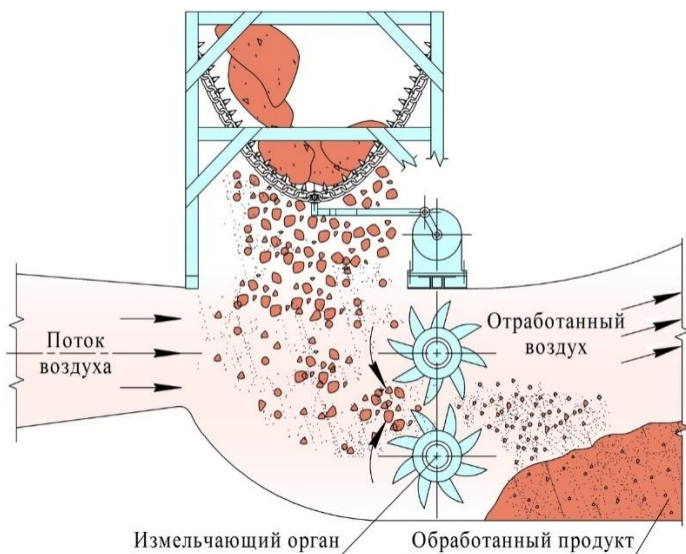


Рисунок 1 – Принципиальная схема проведения процесса холодной сушки

В состав операций процесса холодной сушки входит подача сырьевого материала, его предварительное измельчение фрезерным рабочим органом с просеиванием через подвижное цепное полотно, подача, доизмельчение частиц материала с одновременной его продувкой холодным воздухом, осаждение обработанного продукта, удаление отработанного воздуха и его обеспыливание.

Создание промышленного агрегата, основанного на предложенном способе подготовки и проведения холодной сушки влажных

материалов, планируется выполнить совместно с ОАО «БЕЛАЗ» г. Жодино Минской области.

В качестве варианта кардинального повышения эффективности преобразования энергии ветра для ее технологического использования можно привести ветроэнергетический агрегат для получения сжатого воздуха производственного назначения для измельчения, пневмотранспорта, смешивания, барботаж и т.д. (см. рисунок 2). Приведенная конструкция является развитием работы [7].

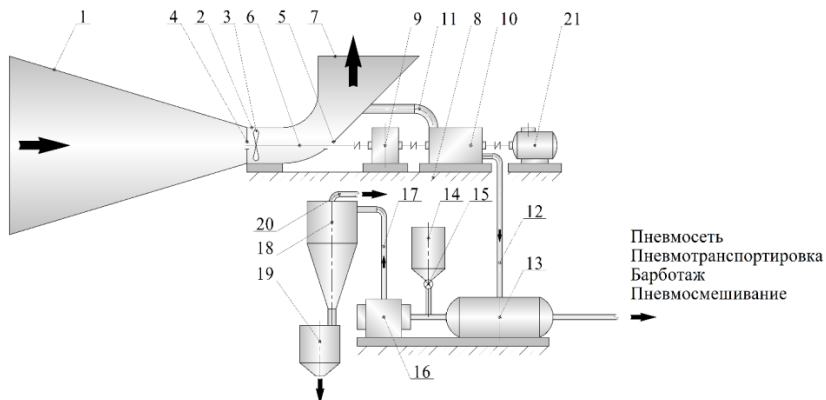


Рисунок 2 – Ветроагрегат для получения сжатого воздуха

Ветроагрегат для струйного измельчения содержит конфузор 1 для концентрации воздушного потока, в горловине которого в цилиндрическом корпусе 2 установлено турбинное колесо 3. Ротор 6 турбинного колеса закреплён на опорах 4 и 5, а для выпуска отработанного воздуха предусмотрен патрубок 7. Вся ветроэнергетическая часть смонтирована на несущей конструкции 8, на которой установлены мультипликатор 9 и компрессор 10, кинематически соединённые с ротором 6 турбинного колеса 3. Забор воздуха в компрессор 10 и его подача под давлением в систему измельчения осуществляются соответственно через патрубок 11, соединённый с патрубком 7 для выпуска отработанного после турбинного колеса 3 и через напорный трубопровод 12.

Технологическая цепь струйного измельчителя включает в себя ресивер 13, бункер 14 с исходным материалом, подлежащим измельчению, питатель 15, струйную мельницу 16, отводящий

трубопровод 17, осадительную камеру 18 и выходную трубу 20 для удаления отработанного газового агента.

Включение в состав ветроагрегата обратимой электрической машины 21 выводит её на новый функциональный уровень, т.к. система может работать в режиме прямого использования энергии, её накопления или отдачи уже накопленной на другие технологические цели.

Кроме описанных вариантов прямого использования энергии ветра в технологиях производства строительных материалов возможны и другие решения, например, применение свободно стоящих ветроагрегатов с встроенными в них компрессорами, создание ветророторов, соединенных непосредственно с рабочими модулями, совмещение ветроагрегатов с солнечными коллекторами и т.д.

#### Список литературы:

1. Богданов В.С. Процессы в производстве строительных материалов и изделий / В.С. Богданов, А.С. Ильин, И.А. Семикопенко // Белгород: «Везелица», 2007. 512 с.
2. Романович А.А., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Технология получения вяжущих с использованием техногенных отходов Т / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 102-105.
3. Romanovich A.A. DEFINICION OF RATIONAL PERFORMANCE REVIEW AND PRINCIPAL DIRECTIONS FOR DEVELOPMENT OF A GRINDING EQUIPMENT IN CEMENT FACTORY / ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. T. 9. № 11. С. 2367-2370.
4. Сиваченко Л.А. Использование энергии ветра в технологиях производства строительных материалов / Л.А. Сиваченко, Ю.К. Добровольский, Энергоэффективность, Минск, №8, 2014. С. 29-31.
5. Филиппов В.А., Технология сушки и термоаэроклассификации углей / В.А. Филиппов, М., Недра, 1987. 287с.
6. Инновационный патент на изобретение Республики Казахстан № 29108 «Способ подготовки и проведения сушки влажных материалов». Заявка №2013/1214.1 от 17.04.2013. Оpubл. 21.08.2014. Авторы: Сиваченко Л.А., Унаспеков Б.А., Сиваченко К.Л., Голбан Е.Г.
7. «Турбинный ветроагрегат для струйного измельчения». Заявка №2013/485.1 от 5.04.2013. Оpubл. 21.01.2014. Авторы: Сиваченко Л.А., Унаспеков Б.А., Голбан Е.Г.