

Л.А. Сиваченко,
д.т.н, профессор,
ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет»



Ю.К. Добровольский,
соискатель, инженер-
конструктор
ООО «Запагромаш»



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 621.926.

Аннотация

С целью экономии энергоресурсов при производстве строительных материалов впервые предложено использовать энергию ветра для непосредственного воздействия на перерабатываемые среды. Для этого разработаны ветроустановки конфузорного типа, способные энергетически обеспечить сушку, помол, пневмотранспорт, классификацию, пневмосмешивание, охлаждение и ряд других процессов.

Abstract

In order to save energy in the production of building materials for the first time proposed to use wind energy to the direct impact on recyclable environment. Designed for this type of wind turbine confuser able to provide energy for drying, grinding, pneumatic conveying, classification, air mixing, cooling, and a number of other processes.

Одной из основных проблем в промышленности строительных материалов является огромный расход энергоресурсов. Прежде всего это касается производства таких массово используемых материалов как цемент, известь, керамика, силикатные изделия, бетоны, наполнители и добавки всех видов, пигменты и ряд других [1]. Неуклонный рост использования возобновляемых источников энергии в качестве энергетической базы многих сфер деятельности человека является закономерным современным 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:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (1)$$

где m – масса воздуха; v – скорость воздушного потока.

При этом мощность воздушного потока определяется следующим выражением:

$$N = \rho \cdot F \cdot \frac{v^3}{2} \quad (2)$$

где ρ – плотность воздуха; F – площадь сечения потока воздуха.

Даже простейшей оценки воздушных потоков атмосферного воздуха достаточно, чтобы определить его высокие энергетические возможности. Однако возникает целый ряд серьезных вопросов, касающихся того, как преобразовать эту энергию и куда направить. Технической гипотезой, способной на них ответить, может служить преобразование энергии воздушного потока в механическую в конфузоре аппарате и использование ее с

минимальными преобразованиями для непосредственного воздействия на перерабатываемые материалы или проведения смежных процессов.

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 измельчение зернистых материалов, барботаж, пневмотранспорт сыпучих материалов, пневмокласификация материалов, охлаждение клинкера, гранулирование в воздушном потоке, обезвоживание нерудных и других материалов, пневматическое смешивание, питание пневмосетей, вентилирование и т.д.

В качестве конкретных технических решений приведем несколько их возможных вариантов. Так, для сухого способа производства цемента на основе влажного сырья холодную сушку можно использовать на первом этапе его переработки. Местом ее реализации может быть как карьер непосредственно, так и площадка завода, где после транспортировки сырье вводится в технологическую цепь. Это требует внесения в процесс некоторых корректировок. По нашему мнению, более предпочтителен второй вариант, так как он обладает технологической устойчивостью и в меньшей степени зависит от климатических условий.

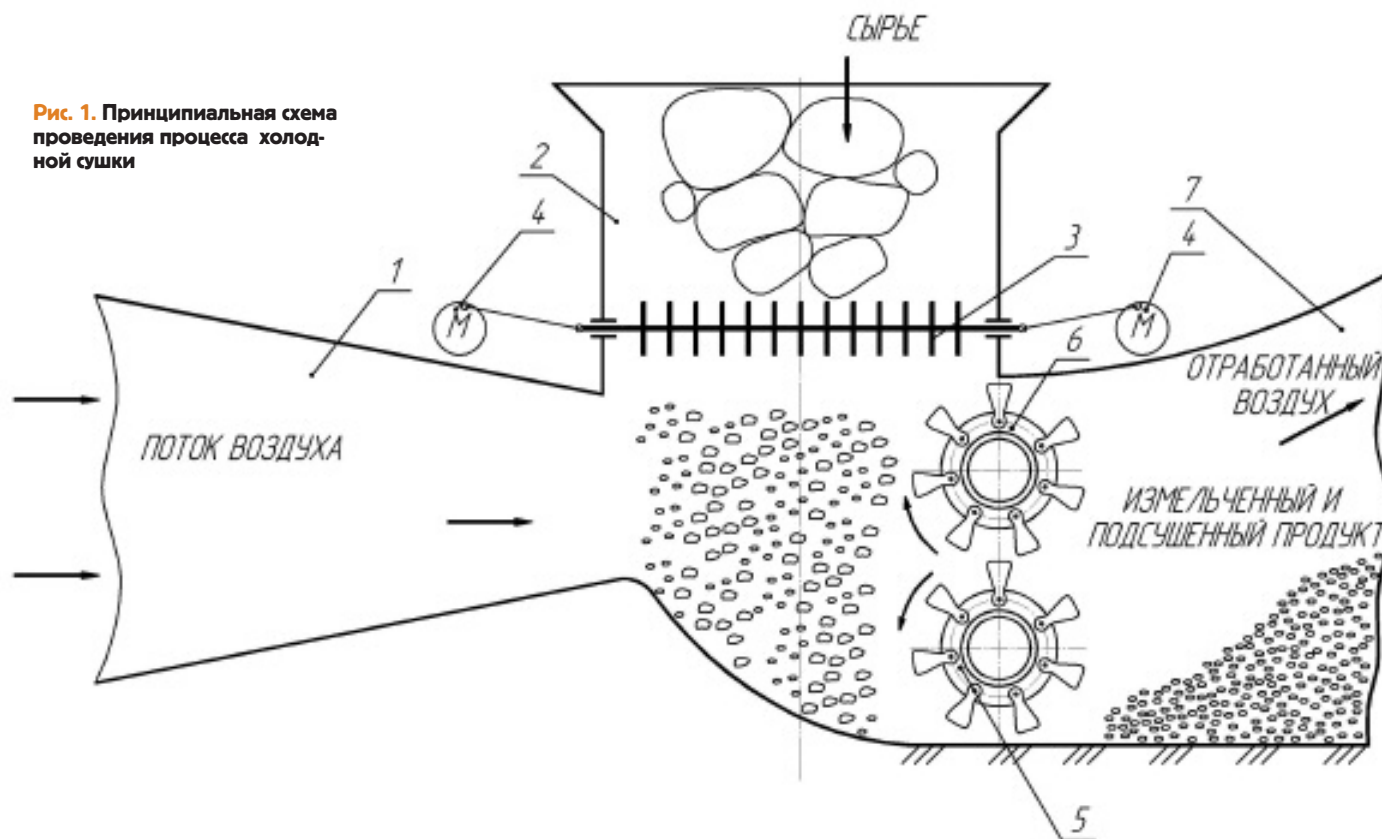
Сущность метода холодной сушки [2] поясняется рисунком 1, на котором представлена принципиальная схема реализации процесса. Конструкция включает в себя конфузор 1, приемный бункер 2, днище которого выполнено из зубчатых реек

3, установленных параллельно друг другу и совершающих взаимные перемещения друг относительно друга посредством приводов 4. Под бункером установлены роторы 5, 6 с ударными элементами, которые вращаются навстречу потоку воздуха. Для сбора измельченного и подсушенного продукта служит осадительная камера 7. Сушка, точнее, срыв капелек влаги потоком воздуха, производится на всем пути движения материалов в рабочих зонах.

В соответствии с приведенной схемой предлагаемый способ сушки осуществляется следующим образом. Рабочие рейки 3 приводятся в движение от индивидуального привода 4, в приемный бункер 2 загружается, например, с помощью автосамосвала, крупнокусковой сырьевой влажный материал и, попадая между зубьями реек 3, интенсивно измельчается. Материал просыпается между рейками 3 и равномерно распределяется по объемам рабочей камеры 4, продуваясь высокоскоростным воздушным потоком, создаваемым конфузором 1 в зоны ударного измельчения молотками роторов 5, 6. Далее поток воздуха выбрасывает измельченный продукт в осадительную камеру 7, где его частицы под действием силы тяжести ссыпаются на основание, с которого они периодически отбираются погрузчиками или другими транспортными средствами, а отработанный воздух отводится в атмосферу.

В качестве подтверждения реальности сушки влажных сырьевых смесей можно привести известный эффект срыва влаги с угольных частиц газовым потоком [3]. Суть его сводится к тому, что потоком газа механически происходит срыв влаги с поверхности угольных частиц с интенсивной дисперсией «сорванной» влаги и с ▶

Рис. 1. Принципиальная схема проведения процесса холодной сушки



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/с и позволяет снижать влажность по абсолютному показателю на 5–25%. Расход воздуха при этом составляет порядка 10 м³/ч на 1 кг.

Очень важно иметь в виду то [3], что при малой скорости потока воздуха продолжительность срыва влаги не превышает 0,1 с, а при скорости 160 м/с это происходит за тысячные доли секунды. Вне всяких сомнений, эти данные могут быть использованы для обоснования методов исследования сушки влажного сырья воздушным потоком с одновременным измельчением.

Учитывая свойства капиллярно-пористых структур, к которым относятся мел, мергель,

глина, трепел и другие, характеризующиеся тем, что движение жидкости в капиллярах зависит от их диаметра и сила сопротивления этому движению тем больше, чем меньше диаметр капилляров [4], выскажем предположение, что активизировать процесс движения такой жидкости к поверхности твер-

дых 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.

Для осуществления помола различных материалов, в том числе для получения ультрадисперсных добавок и наполнителей может быть использована ветроэнергетическая установка струйного измельчения, схема которой приведена на рисунке 2.

Ветроагрегат для струйного измельчения [5] содержит конфузор 1 для концентрации воздушного потока, в горловине которого в цилиндрическом корпусе 2 установлено турбинное колесо 3. Ротор 6

турбинного колеса закреплен на опорах 4, 5, а для выпуска отработанного воздуха предусмотрен патрубок 7. Вся ветроэнергетическая часть смонтирована на несущей конструкции 8, на которой также установлены мультипликатор 9 и компрессор 10, кинематически соединенные с ротором 6 турбинного колеса 3. Забор воздуха в компрессор 10 и его подача под давлением в систему измельчения осуществляются соответственно через патрубок 11, соединенный с патрубком 7 для выпуска отработанного после турбинного колеса 3 воздуха, 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, бункер 19 для сбора измельченного продукта и выходную трубу 20 для удаления отработанного газового агента.

Турбинный ветроагрегат для струйного измельчения работает следующим образом. Атмосферный поток воздуха, попадающий в конфузор 1, постепенно сжимается и с максимальной скоростью воздействует на турбинное колесо 3, установленное на роторе 6 на опорах 4, 5. Крутящий момент от ротора 6 через мультипликатор 9 передается на компрессор 10, в котором происходит сжатие воздуха, забираемого из выходного раструба 7 через патрубок 11.

Важной частью рассматриваемых задач следует считать обоснование режимов работы оборудования с включением в его состав аккумуляторов энергии, т.е. ресиверов, накопителей материалов, а также целого ряда таких особенностей, которые неизбежно возникнут и внесут коррективы в систему управления предприятиями.

Полученный в компрессоре 10 сжатый воздух по напорному трубопроводу 12 поступает в ресивер 13. Собственно процесс измельчения происходит после захвата потоком воздуха исходного материала, подаваемого из бункера 14 питателем 15 в струйную мельницу 16, где происходит его интенсивное разрушение высокоскоростным ударом совместно с истиранием об отбойные плиты мельницы. Измельченный таким образом продукт в составе аэросмеси по патрубку 17 поступает в осадительную камеру 18, которая также может быть выполнена в виде сепаратора различных конструкций, где твердые частицы, достигшие требуемой крупности, отделяются от воздуха исыпаются в бункер 19 готового продукта, а крупные частицы отбираются и поступают на повторное измельчение. Отработанный газовый агент удаляется из аппарата через выхлопную трубу 20.

Выполненный таким образом ветроагрегат для струйного помола может быть базой для выполнения различных технологических устройств. Во-первых, если от него отсечь модуль струйного измельчения, то на нем можно выполнить пневмотранспортную систему нагнетательного типа для сыпучих материалов, пневмоклассификатор или пневматический смеситель [6] для сухих смесей. Во-вторых, это источник сжатого воздуха для целого ряда

применений – барботажа, пневмосетей, продувки камер грануляции, охлаждения материала и тепловых агрегатов, вентиляции, обезвоживания и т.д. В-третьих, для крупных производств это может быть разветвленная система с несколькими контурами сжатого воздуха и возможными вариантами его использования.

Создание технологических агрегатов с использованием в них движущей силы ветра сопряжено с целым рядом особенностей и технических трудностей. Определяющим звеном в этой цепи является собственно специфика потоков ветра, которая требует дополнительных исследований применительно к конструкциям конфузорного типа. Параллельно необходимо отработать конструкции собственно ветроагрегатов и их основных узлов, в частности турбинных колес, компрессоров, систем контроля и управления. Важной частью рассматриваемых задач следует считать обоснование режимов работы оборудования с включением в его состав аккумуляторов энергии, т.е. ресиверов, накопителей материалов, а также целого ряда таких особенностей, которые неизбежно возникнут и внесут кор-

рективы в систему управления предприятиями.

Несколько слов следует сказать о входной части предлагаемых устройств – конфузорах, представляющих собой достаточно массивные конструкции, которые следует ориентировать по направлению розы ветров. Реально в качестве ее осно-

вы можно использовать фасадные части заводских строений, что позволяет не только упростить и удешевить стоимость конфузоров, но и создавать агрегаты большой мощности.

Главный эффект от использования ветроэнергетических агрегатов – экономия всех видов используемой энергии путем замещения ее энергией ветра.

Главный эффект от использования ветроэнергетических агрегатов технологического назначения – экономия всех видов используемой энергии путем замещения ее энергией ветра. В представляемом виде работа имеет определенную научную и патентную новизну, но о реальных практических применениях пока говорить не приходится. Для этого требуется проведение целого ряда исследований и наработок.

Главный эффект от использования ветроэнергетических агрегатов технологического назначения – экономия всех видов используемой энергии путем замещения ее энергией ветра.

Литература

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. Решение о выдаче инновационного патента на изобретение Республики Казахстан по заявке №2013/1100.1 от 19.08.2013 «Способ подготовки и проведения сушки влажных материалов». Авторы: Сиваченко Л.А., Унаспеков Б.А, Голбан Е.Г.
3. Филиппов В.А. Технология сушки и термоаэроклассификации углей / В.А. Филиппов. – М.: Недра, 1987. – 287 с.
4. Нохратян К.Л. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики / К.Л. Нохратян. – М.: Госстройиздат, 1962. – 603 с.
5. Инновационный патент на изобретение Республики Казахстан №28146 «Турбинный ветроагрегат для струйного измельчения». Заявка №2013/485.1 от 5.04.2013. Опубл. 21.01.2014. Авторы: Сиваченко Л.А., Унаспеков Б.А., Голбан Е.Г.
6. Уваров В.А. Использование пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. статей / под ред. В.А. Уварова, Т.Н. Ореховой. – Белгород: БГТУ, 2010. – С 383–387. ■

Статья поступила в редакцию 11.07.2014

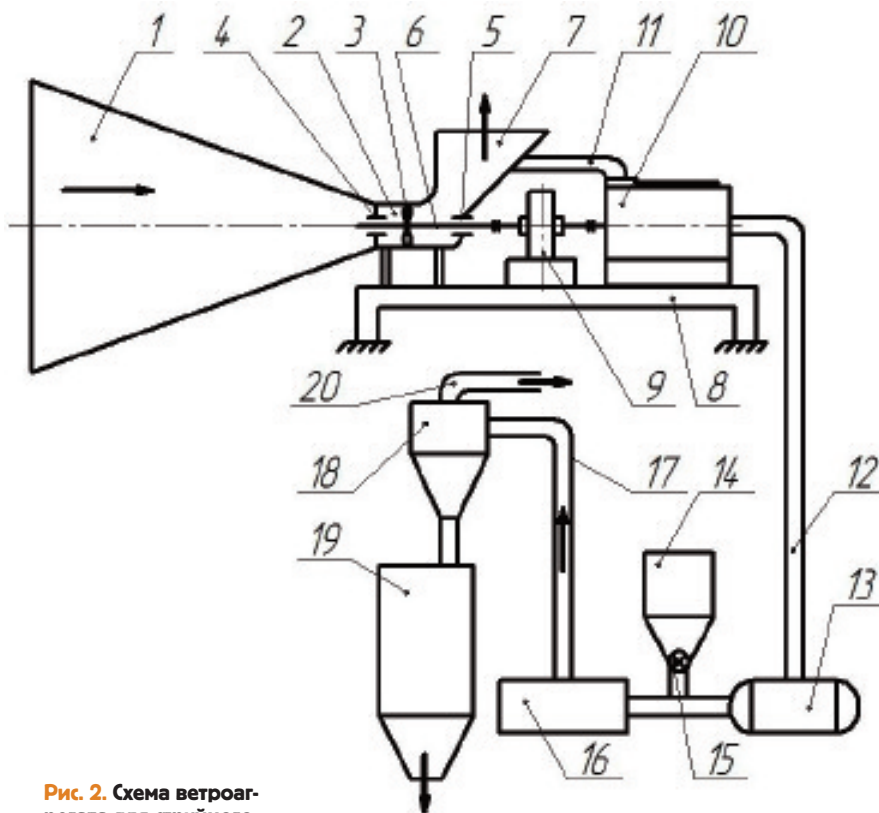


Рис. 2. Схема ветроагрегата для струйного помола