

Экспериментальная ВЭУ мощностью 250 кВт в п. Тикси введена в работу 25.09.2007 г., выработано электроэнергии за 2007-2013 гг. 400 тыс. кВт*ч., экономия дизельного топлива за эти годы – 90 т.

Таблица 1. Информация о введенных в строй четырех солнечных электростанциях.

Населённый пункт	Мощность, кВт	Дата начала эксплуатации	Выработка электроэнергии, тыс. кВт*ч	Экономия дизельного топлива, т
п. Батамай Кобяйского района	30	август 2012 г.	33 000	11
п. Ючюгей Оймяконского района	20	июнь 2012 г.	23000	7
п. Дулгалах Верхоянского района	20	май 2013	21000	9,5
п. Куду-Кюель Олекминского района	20	июнь 2013	18000	6

Основными макроэкономическими показателями по итогам реализации Программы являются:

- обеспечение снижения потребления дизельного топлива не менее чем на 1 347 т на I этапе (2012 – 2016 гг.) и не менее чем на 2 694 т за весь срок реализации Программы (2012 – 2020 гг.);
- обеспечение генерации экологически чистой электроэнергии, использующей возобновляемые источники энергии, не менее 3 707 МВт*ч на I этапе (2012 – 2016 гг.) и не менее 7 414 МВт*ч за весь срок реализации Программы (2012 – 2020 гг.);
- снижение негативного давления энергетики на окружающую среду;
- повышение комфортности жизни населения арктических районов.

В настоящее время идут пуско-наладочные работы ВЭУ – 40 кВт в п. Быков Мыс Булунского улуса. СЭС мощностью 40 кВт в п. Эйик Оленекского улуса и СЭС мощностью 20 кВт в п. Кебергене Абыйского улуса – запущены. В СЭС мощностью 30 кВт в п. Батамай Кобяйского улуса (увеличение мощности до 60 кВт с накопителем электроэнергии) – идут монтажные работы. Исследуется эффективность использования в условиях Крайнего Севера солнечных панелей монокристаллического (5 кВт), поликристаллического (5 кВт), тонкопленочного кремния (5 кВт) на сетевой СЭС мощностью 15 кВт в п. Джаргалах Эвено-Бытантайского улуса. Идёт монтаж накопителя электроэнергии в п. Ючюгей Оймяконского улуса для СЭС 20кВт. На остальных объектах производится доставка и монтаж оборудования [3].

Список литературы:

1. О внедрении альтернативных возобновляемых источников энергии в зоне локальной энергетики Республики Саха (Якутия) 2012-2016 гг. с перспективой до 2020 г. [Электронный ресурс]. - // СПС «Google».
2. О социально-экономическом развитии Дальнего Востока и Байкальского региона: распоряжение Правительства РФ N 466-р от 29.03.2013 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70351168> (дата обращения: 20.10.2014 г.).
3. ОАО «Сахаэнерго» [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.sakhaenergo.ru> (дата обращения: 15.10.2014 г.).

Эффективность и безопасность механических средств непрерывной транспортировки дисперсных материалов

*Василевский М.В., Разва А.С., Романдин В.И. *, Зыков Е.Г. ***

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики Томского государственного университета, г. Томск, Россия*

***ОАО «Томсгазоочистка», г. Томск, Россия*

Переработка дисперсных материалов является основным процессом в производствах горнодобывающей, металлургической, химической, строительной, энергетической, пищевой и других отраслей промышленности. Установки транспортировки частиц являются основными элементами в технологиях переработки дисперсных материалов. Перемещение дисперсных материалов механическими транспортерами сопровождается изменением структур дисперсной фазы. Процесс транспортировки включает этапы перевода материала из насыпного состояния в состояние подвижности, собственно транспорт, перевод в насыпное состояние.

При проектировании транспортных установок ставится задача наиболее рационального выбора машин, обеспечивающих наибольший технический эффект в работе производства. При этом определяются капитальные затраты, эксплуатационные расходы, служащие основным критерием при выборе оптимального варианта со следующими показателями: расход энергии, расход материалов на ремонт, число штатных единиц персонала, обслуживающих установку. Следует также ввести в рассмотрение эффективный объем перемещаемого материала в единицу времени (1 час) на единицу длины (100 м), приходящийся на объем сооружения (галереи) на этой длине.

Скребковые, ленточные конвейеры являются наиболее распространенными машинами непрерывного транспорта [1]. Пространственная конфигурация маршрутов перемещения грузов предполагает пересыпки дисперсного материала с транспортера на транспортер, выгрузку материала на вход машины вертикального транспорта (нории), выгрузку и нории на транспортер, вновь пересыпки, выгрузка в приемный узел. Работа узлов загрузки, пересыпки, выгрузки материала определяют надежность, безопасность, конвейерной системы. Загрузочные устройства ленточных конвейеров включают пересыпные точки вместе с приемными лотками, обеспечивающие правильное направление поступающего на ленту материала, исключающее сход ленты в сторону, повреждение и быстрый износ ее от ударов и истирания падающими крупными частицами. Конфигурация течек и размеры их поперечного сечения должны исключать налипание и застревание в них влажного, с глинистыми включениями материала [2].

Мощность приводного двигателя скребкового транспортера

Сопrotивление движению холостой (порожней) ветви цепи на горизонтальных и наклонных участках прямолинейного пути

$$W_{\text{н}} = q_0 g L (f' \cos \beta \pm \sin \beta)$$

Сопrotивление перемещению груза и движению цепи на горизонтальных и пологонаклонных участках рабочей (груженой) ветви [1]

$$W_{\Sigma} = (q + q_0) g L \{ f_{\text{в}} [(n_{\text{б}} h_{\text{ж}} / b) + 1] \cos \beta \pm \sin \beta \}$$

где q — масса груза, приходящаяся на 1 м ветви; $q = G / (3,6v)$, G — расчетная производительность (т/ч); f' — коэффициент трения цепи о желоб принимаемый равным 0,3–0,4 и 0,5–0,7 для соответственно стальных и деревянных желобов; $f_{\text{в}}$ — коэффициент трения груза о желоб, для разных материалов груза и поверхности $f_{\text{в}} = (0,3–1,1)$ [72]; $n_{\text{б}}$ — коэффициент бокового давления, воспринимаемого стенками желоба при движении груза, $n_{\text{б}} = \frac{k_{\text{е}}(1,2+v)}{1+2f^2}$, где $k_{\text{е}}$

— эмпирический коэффициент, $k_{\text{е}} = 1–1,2$; L — длина соответствующего расчетного участка конвейера м; β — угол наклона расчетного участка конвейера к горизонту, град; b — ширина желоба, мм; $h_{\text{ж}}$ — полезная высота желоба, мм. Мощность определится по формуле

$$N_{\text{в}} = W_{\Sigma} v / 1000 \text{ кВт}$$

Если известны энергетические затраты для каждого вида материала и транспорта, то мощность на валу привода транспортера [1] определяется после преобразований по формуле

$$N_{\text{в}} = \frac{G}{3,6} \frac{g(Lw_0 \pm H)}{1000} \text{ кВт},$$

где G — расчетная производительность (т/ч), H — высотный перепад трассы (м), L — длина трассы (м), w_0 — обобщенный коэффициент сопротивления. $w_0 = 0,1–4,5$, где меньшая цифра относится к ленточным транспортерам, большая — к скребковым. Сравнительная эффективность транспортеров может быть выражена как отношение производительности конвейера определенного типа $G_{\text{тап}}$ при одних и тех же условиях транспортирования и одной и той же мощностью к производительности конвейера ленточного типа $G_{\text{кон}}$ с обобщенным коэффициентом равным $w_0 = 0,1$.

$$\eta_{\text{ен}} = \frac{G_{\text{тап}}}{G_{\text{кон}}} = \frac{0,1}{w_0}$$

Мощность, необходимая для подъема материала на высоту H на валу норий N_t определяется формулой

$$N_t = \frac{G_m H g}{3,6 \cdot 1000} \text{ кВт},$$

где G_m — производительность (т/ч), H — высота подъема (м). Потребная мощность зависит от типа нории, скорости движения ленты. В [3] проведена оценка существующих конструкций ковшовых подъемников в зависимости от их скоростного режима работы по такому показателю как расход

энергии на транспортирование зерна. Для исследования были рассмотрены около 40 марок ковшовых элеваторов, используемых для транспортирования материалов в вертикальном направлении. Результаты исследований представлены на рис. 1. Из графика на рисунке 1 видно, что максимальные удельные энергетические затраты (более 7 Вт/[(т/ч)·м]) наблюдаются у ковшовых элеваторов со скоростью движения ленты в пределах 1,0–1,5 м/с. Уменьшение или увеличение скорости движения ленты относительно указанного предела способствует снижению удельных энергетических затрат, причем в большей мере это относится к быстроходным элеваторам.

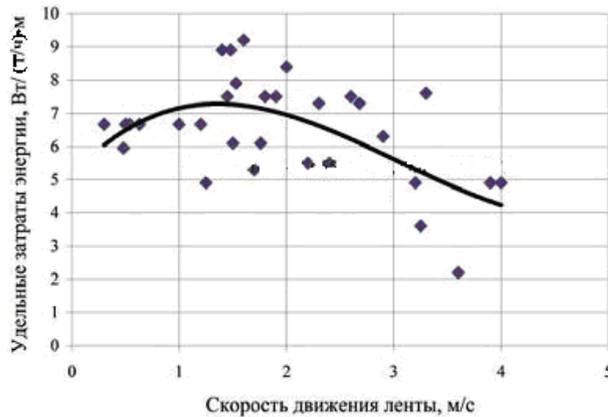


Рис. 1. Зависимость удельных энергетических затрат от скорости движения ленты [3].

Таким образом, с целью снижения удельного расхода энергии на транспортирование зерна следует использовать быстроходные ковшовые элеваторы. Кпд норрии

$$\eta_{el} = \frac{N_t}{N} = 0,35-0,7$$

Пыль, которая образуется в механических транспортерах, создает в трактах перепады давлений и потоки воздуха, которые вместе с пылью поступают в рабочие зоны помещений. В горизонтальных механических транспортерах наиболее характерными очагами пылеобразования являются узлы пересыпки материала с конвейера на конвейер, из дробилок на конвейер, из питателя на конвейер, с конвейера в склад. Во всех случаях транспортируемый материал эжектирует воздух, нагнетая его в укрытие. Внутри укрытия возникает избыточное давление от 20 до 80 Па, которое приводит к интенсивному выбиванию пыли в помещение через неплотности укрытия. В механических элеваторах образование пыли происходит вследствие несовершенства процесса транспортировки [4, 5]. Таким образом, системы аспираций являются неотъемлемой частью систем транспортировки дисперсных материалов. Поэтому капитальные затраты должны содержать стоимость аспираций; эксплуатационные затраты должны учитывать расход энергии на аспирацию, расход на ремонт, обслуживание аспираций.

Обычно короб пересыпки имеет свою аспирационную сеть и пылеуловитель. Объединение нескольких коробов пересыпок в единую аспирационную сеть создает трудности при эксплуатации – выпадение материала из запыленного потока, образование отложений, трудности с поддержанием необходимого расхода воздуха во всех сечениях сети, повышенные энергозатраты на транспортирование больших запыленных объемов воздуха на большие расстояния к месту централизованной очистки. Количество пыли, отходящей только от одного короба пересыпки дробленого известняка, может составлять 200 кг/час. Количество воздуха необходимого для аспирации коробов пересыпок конвейерных систем обычно не превышает 10–15 тыс. м³/час [6]. В коробах пересыпки дисперсных материалов конвейерных систем, агломераты частиц в условиях повышенной влажности образуются при их взаимодействии друг с другом, при "блочном" сходе материала с конвейерных лент. Материал поступает в систему сгустками, поэтому концентрация частиц в потоке нестационарна. В условиях пониженной влажности на поверхностях частиц образуется одноименный электрический заряд, что обуславливает высокую дисперсацию частиц. Существенным недостатком современных отечественных систем аспирации является возврат уловленной пыли на ленту, которая с большой вероятностью перейдет во взвешенное состояние в следующем коробе пересыпки или при сбросе в склад. Это обстоятельство приводит к накоплению мелкой пыли по всем маршрутам материала и к ухудшению экологической обстановки, условий труда. При централизованной системе аспирации расходы воздуха составляют сотни тысяч кубов [4]. Если аспирация отсутствует, то прорывающийся из пересыпных коробов запыленный воздух распространяется по галереям, и концентрация пыли превышает ПДК на порядки.

В производстве цемента дробленое сырье из конвейеров через лотки ссыпается в распределительный склад, откуда грейферными кранами доставляется к мельничному

оборудованию. На рис. 2 показана картина запыленности при отводе с конвейера и ссыпании материала в склад.

Кабина грейферного крана снабжена системой вентиляции с фильтрами для очистки воздуха. Склад изолирован от галерей с конвейерными транспортерами. Требуется разработка технических решений уменьшения выделения пыли при подаче материала в склад [4].

Наиболее распространенный способ аспирации коробов пересыпки заключается в отводе необходимого количества воздуха из верхней области короба и создания разрежения, обеспечивающего запыление пыли. При больших разрежениях воздух, поступающий через уплотнения, проходит в виде струй, увеличивая степень диспергации пыли, концентрацию частиц в объеме короба. Следовательно, чтобы предотвратить интенсивное диспергирование материала струями, выходящими из уплотняющих щелей, необходимо иметь рассредоточенный вывод запыленного воздуха из аспирационного короба, причем скорость воздуха в выводящих отверстиях должна быть намного больше, чем в уплотняющих щелях [6]. Для большей устойчивости желательно иметь расширительную, демпфирующую камеру, в которой сгустки выпадают из потока и удаляются на транспортную ленту. При повышенной влажности материала можно использовать малую часть отводящих каналов, но при этом должны быть открыты лючки на коллекторном воздуховоде для обеспечения гидравлической стабилизации всей системы.



Рис.2. Выделение пыли при ссыпании материала из конвейера в склад.

На рис. 3 представлены современные схемы уплотнений [7, 8]. Материал, с подающего конвейера по загрузочному желобу 4, вместе с эжектируемым воздухом, поступает в короб аспирационного укрытия. Пылегазовый поток, попадая в аэродинамическую зону обтекателя 5 разделяется: воздух растекается по поверхности обтекателя 5, а пылевые частицы по инерции падают на ленту конвейера. Движение двухфазного потока вблизи верхней крышки 1 увеличивает эффективность процессов инерционной пылеочистки в укрытии, за счет более резкого изменения траектории движения воздуха, снижая тем самым концентрацию пыли на выходе. Вследствие меньшего аэродинамического сопротивления верхней части укрытия воздушный поток движется вблизи крышки 1 к аспирационной воронке 6.

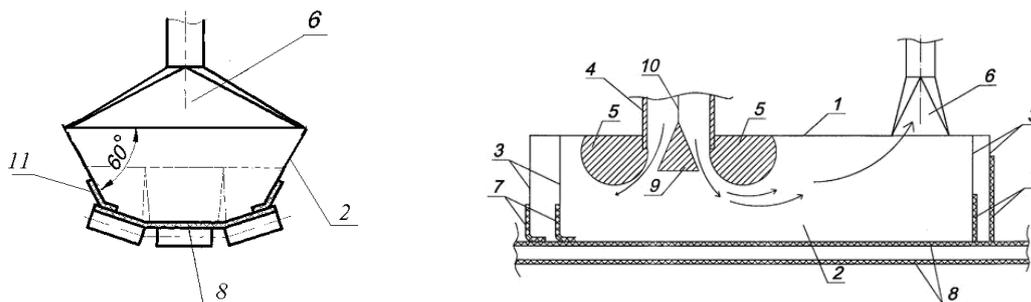


Рис. 3. Аспирационное укрытие мест перегрузки дисперсных материалов на ленточном транспортере [7, 8]: 1– крышка короба, 2– наклонные стенки, 3– торцевые стенки, 4– загрузочный желоб, 5– обтекатели, 6– аспирационная воронка, 7– уплотнительные фартуки, 8– конвейерная лента, 9– рассекатель, 10– шток, 11– эластичные уплотнители.

Нами разработан радикальный способ аспирации коробов пересыпок конвейерных систем. Отвод запыленного воздуха необходимо осуществляется там, где он поступает из короба в окружающую среду. С наружной стороны крепятся накладки, образующие каналы с щелевыми отверстиями, расположенными вблизи "пылящих" зазоров, а внутри со стороны входа и выхода материала с транспортерных лент устанавливаются дополнительные фартуки. Из пространств между основными и дополнительными фартуками также проводится отвод запыленного воздуха. Таким образом, выводится из короба пыль, которая естественным образом пришла во взвешенное

состояние, и которая вышла в зазоры. В этом случае концентрация пыли в коробе может достигать больших значений, однако это допустимо, т.к. пыль не взрывоопасна.

Движение материала в норях осуществляется в виде блоков, сгустков и отдельных частиц. Мелкие частицы, движущиеся индивидуально, не попадают в разгрузочный короб и накапливаются в объеме нории [9]. Движущийся материал, выброшенный из ковша, эжектирует окружающую запыленную среду в верхний разгрузочный транспортер. Поэтому, часть мелких частиц захватывается крупными частицам вместе с эжектируемым воздухом [5]. Анализ имеющихся исследований позволяет сделать вывод, что для крупных частиц (более 100 мкм) коэффициент эжекции, равный отношению объемного расхода воздуха к объемному расходу дисперсного материала $kэ=Qв/Qм$, находится в диапазоне 0,9–9 [5]. Источник накопления пыли находится в верхней части нории. Пыль диффундирует по всему объему нории [9]. Давление пылевого столба на башмак нории составляет величину $Pст = gHсд$. При высоте нории 40 м давление составляет 1,4 кПа, что сопоставимо с сопротивлением аспирационной установки. При повышенном давлении пыль из башмака нории поступает в загрузочный транспортер, распространяется по всей его длине и достигает начального пункта подачи материала. При отсутствии герметизации и аспирации пыль поступает в окружающую среду. Таким образом, нижняя часть нории находится под высоким избыточным давлением. Обычно система аспирации расположена у башмака нории. Однако, расчеты показывают, что пыль начинает распространяться из верхней части нории. Поэтому аспирация должна быть выполнена в головной части нории. При этом устраняется явление накопления пыли в трактах потоков. На рис. 4 показана схема с аспирацией в верхней части нории.

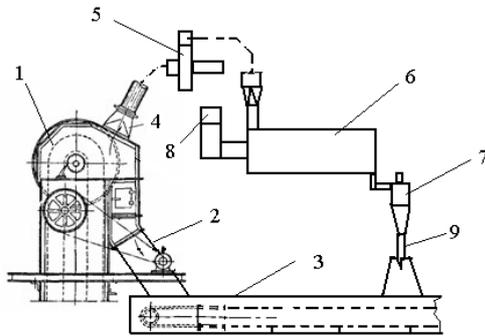


Рис. 4. Схема аспирации головки нории: 1 – верхняя головка нории, 2 – материалопровод, 3 – транспортер, 4 – пылеотводной патрубок, 5 – вентилятор, 6 – концентратор, 7 – пылеуловитель, 8 – выход очищенного воздуха, 9 – уловленная пыль.

Трудности реализации такой схемы аспирации заключаются в размещении оборудования из-за стесненности располагаемого пространства. Использование эффективных противоточных концентраторов [10] может решить проблему размещения аспирационного оборудования.

Список литературы:

1. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. – М.: Машиностроение, 1980. –304 с.
2. Тарасов, Ю. Д. Загрузочные и разгрузочные устройства ленточных конвейеров / Ю. Д. Тарасов. –М. : Недра, 1995. — 202 с.
3. <http://www.pole-news.ru/news-agro/news/tech-news/26-hi-tech/481-vliyanie-skorostnogo-rezhimara-boty-norij-na-ikh-moshchnostnye-pokazateli>
4. Василевский М.В., Романдин В.И., Зыков Е.Г. Транспортировка и осаждение частиц в технологиях переработки дисперсных материалов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013.–288 с.
5. Василевский М.В., Романдин В.И. Оценки параметров дисперсной среды в механических и пневматических элеваторах // Контроль. Диагностика, 2014, №13. С.13—14.
6. Василевский М.В., Зыков Е.Г., Логинов В.С., Разва А.С., Некрасова К.В., Литвинов А.М., Глушко А.Ф., Кузнецов В.А.. Устойчивость обеспыливания воздуха инерционными аппаратами в аспирационных сетях конвейерных систем.// Цемент и его применение– 2009, №1, с. 17–19.
7. Аспирационное укрытие мест перегрузки сыпучего материала. Патент на полезную модель № 102603 Рос. Федерация; заявл. 26.10.2010; опубл. [10.03.2011](http://www.patent.gov.ru).
8. Аспирационное укрытие мест перегрузки сыпучего материала. Патент на полезную модель № 142259 Рос. Федерация; заявл. 14.02.2014; опубл. 27.06.2014.
9. Василевский М.В., Романдин В.И., Зыков Е.Г. Характеристики состояния дисперсной среды в механическом элеваторе // Изв.вузов. Физика– 2013. Т. 56 – № 9/3. С 43–45.

10. Василевский М.В., Зыков Е.Г., Разва А.С. Расчетная модель концентрирования частиц в противоточном цилиндрическом циклонном аппарате. // Теоретич. основы хим. технологии, 2011, т. 45, № 3 с. 321–328.

Влияние на производственные риски временного фактора возникновения пламенного горения твердофазных материалов

Фрянова К.О., Сечин А.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Трудности, вызванные обеспечением безопасности хранения и транспортирования веществ и материалов в химической отрасли являются одними из приоритетных в технологических процессах. При протекании крупных аварий в этой технологической фазе выходит из строя дорогостоящее оборудование, гибнут люди, наконец, возникают крупномасштабные чрезвычайные ситуации техногенного характера.

В ходе функционирования химико-фармацевтического предприятия в технологических объемах осаждаются пылеобразующие частицы, которые способные к самовозгоранию, что может привести к негативным последствиям. Именно поэтому определение технолого-производственного риска процесса, обеспечение его безопасности, создание надежных расчетных методов в данной отрасли является весьма актуальным.

Цель работы – определение влияния на технолого-производственные риски временного фактора возникновения пламенного горения твердофазных материалов.

Для достижения поставленной перед собой цели необходимо было решить следующие задачи:

- выявить достоинства и недостатки существующих в настоящее время методик для определения видов, функций и технологий определения технолого-производственного риска;
- ознакомиться с расчетно-аналитическим методом изучения термической стабильности полупродуктов и реакционных масс в изотермических условиях;
- провести анализ преимуществ и недостатков «Методики определения условий теплового самовозгорания материалов на основании расчета критических условий»;
- на основе уравнения материального баланса предложить математическую модель для определения времени индукции появления взрывоопасных концентраций пылеобразующих частиц внутри технологического оборудования.

Производственный риск – это вероятность несения предприятием дополнительных издержек или убытков, которые связаны со сбоями в технологическом процессе или остановкой производства, несоблюдением технологического процесса при выполнении операций или деятельности персонала, использованием сырья ненадлежащего качества и т.п. [1]

Производственные риски, в первую очередь, связаны с производством продукции, услуг и товаров, а также с осуществлением различных видов производственной деятельности, в процессе которой руководство предприятия сталкивается с проблемами нерационального использования сырья, увеличения потерь рабочего времени, роста себестоимости конечного товара, использования новых методов производства, а так же с возникновением непредвиденных ситуаций аварийного характера.

Процесс технологического производства включает в себя несколько различных этапов, на каждом из которых существует вероятность, что предприятие может понести потери в связи с непредвиденными событиями, к которым можно отнести ошибочные действия руководства или негативное воздействие внешней среды [2]. При реализации производственной деятельности стоит учитывать вероятность возникновения различного вида рисков на каждой ступени производственного процесса, начиная от закупки сырья и заканчивая реализацией конечной продукции.

Основные риски, возникающие в процессе производственной деятельности:

- риск в производственной деятельности
- риск кооперационный
- риск невостребованной произведенной продукции
- риск усиления конкуренции
- риск усиления конъюнктуры рынка
- риск возникновения непредвиденных затрат и снижения доходов
- форс-мажорные обстоятельства