

УДК 622 17
МРНТИ 38.63.17
DOI 10.37238/1680-0761.2021.84(4).55

Ергалиева Д.Т., Камел С.Е., Обухов Ю.Д.

Карагандинский технический университет, Караганда, Казахстан

***Автор –корреспондент: yergalieva.diana@mail.ru**

E-mail: yergalieva.diana@mail.ru, sanchos_shok@mail.ru, uobuhov0@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА ПРОЦЕСС ПЫЛЕНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Аннотация. В процессе промывки фракционируются остатки машины для кипячения целлюлозы. На месте производства целлюлозы, скорость потока-это когда собраны самые большие, тяжелые и крупные частицы. По мере движения потока его скорость уменьшается, и легкие частицы опускаются на дно резервуара, где в основном это концентрированный поток шелковых отходов и коллоидных фракций. Создание пылевой нагрузки в воздушной среде. Затопленного пляжа нет, это обычная дренажная канава. Под действием аэродинамической силы ветра мелкие частицы песка переносятся на большие расстояния и загрязняют окружающую среду.

Поэтому разработка и внедрение безопасных и эффективных технологий формирования и мытья хвоста. Удаление пыли с поверхности пляжа-срочная практическая задача. Она решается на основе совершенствования разработанных технологий формирования хвостохранилища, устойчивого к ветровым нагрузкам.

Ключевые слова: интенсивность пыления, хвостохранилище, удельный вес, частица, скорость ветра, плотность, аэродинамическая сила, коэффициент сопротивления, высота, ветровые нагрузки, влажность, орошение, фильтрация, капиллярный эффект, выветривание.

Введение

При разработке месторождений железной руды открытым и подземным способом после переработки минерального сырья возникают запасы мелкозернистых горных пород, которые выбрасываются в атмосферу ветровыми течениями. В то же время наносится ущерб окружающей среде и загрязнению в соседних районах и сельскохозяйственных районах. На горно-обогатительных комбинатах черной металлургии в настоящее время эксплуатируется более 35 крупных отвалов, в которых хранится более 2,5 млрд кубометров пустой породы. В то же время проблема экологического ущерба становится все более актуальной с течением времени. Поэтому разработка и внедрение безопасных и эффективных технологий производства отходов переработки без пылевых пляжей актуальная практическая задача. Эта проблема решается путем совершенствования технологии, используемой для создания ветроустойчивых намывных пляжей.

Материалы и методы исследования

Включен анализ литературных источников и формирование патентных документов в области пылеподавления. Технические источники пыли, лабораторные и производственные эксперименты, расчетное моделирование процессов, анализ распределения воздушного потока и аэродинамических характеристик пылевых частиц, сравнительный анализ теоретических и практических результатов.

Результаты исследования

Интенсивность пыли в зоне остаточного хранения определяется направлением ветра в этом районе. Один из для особенностей рельефа на него влияет процесс циркуляции в атмосфере. Поднялся ветер, каждая зона зависит от времени года и имеет разную интенсивность. Например, по данным Караганды среднемесячная скорость ветра областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 3,2 м/с (июль) до 5,2 м/с (февраль) [1]. В апреле 1998 года максимальная скорость ветра достигала 29 метров в секунду. Среднегодовая скорость ветра 4,16 метра в секунду, в хвосте есть минералы с кварцем, вес около 3 г/см³ вещества, содержащие железо с удельным весом до 5 г/см³. Поэтому подъемная сила ветра отличается, размер и плотность частиц одинаковы. Аэродинамическая сила ветроподъемной части зависит от величины динамического давления восходящего потока рассчитывается по формуле:

$$F_a = c_z \frac{\rho v^2}{2} S_M \quad (1)$$

где c_z - коэффициент аэродинамического сопротивления; $c_z=1,0 \dots 1,5$;
более точные расчеты осуществляют по формуле Л.С. Клячко:

$$c_z = \frac{24}{Re} + \frac{4}{Re^{1/3}};$$

Re – число Рейнольдса, $Re = \frac{d \cdot v}{\gamma}$;

γ – кинематическая вязкость воздуха, м²/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³;

v – скорость воздуха, м/с;

S_M – миделево сечение частицы, м².

Приравнявая аэродинамическую подъемную силу к силе веса, получим выражение для расчета скорости восходящего потока, поднимающего частицу:

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{gd}{c_z} * \frac{\rho_T}{\rho}} \quad (2)$$

где d – диаметр частицы, м;

g – ускорение свободного падения;

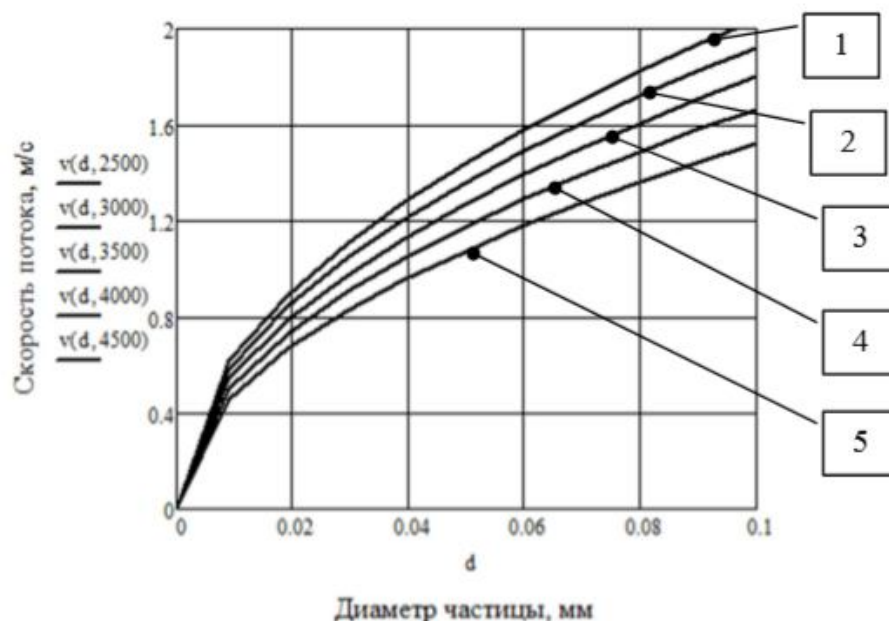
ρ_T – плотность частицы, кг/м³;

Мы оценили скорость выходного потока частиц как диаметр 0,0766 мм и плотность 3100 кг/м³. Плотность воздушного потока равна 1,18 кг/м³, а коэффициент аэродинамического сопротивления равен 1,2. результат рассчитывается по уравнению (2):

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{9,81 * 0,0766 * 10^{-3}}{1,2} * \frac{3100}{1,18}} = 1,48 \text{ м/с}$$

На рис.1 представлена графическая зависимость скорости полета частиц различной плотности. Видно, что плотность крупных частиц трудно увеличить. Если рассматривать этот вопрос с точки зрения предотвращения попадания пыли в склад отходов, то контролируемым фактором этого процесса является высокое потребление, количество

которого может уменьшаться, например, путем сознательного формирования наклона поверхности пляжа.



- 1) $\rho_T=4500$ кг/м³; 2) $\rho_T=4000$ кг/м³; 3) $\rho_T=3500$ кг/м³;
4) $\rho_T=3000$ кг/м³; 5) $\rho_T=2500$ кг/м³;

Рисунок 1 – Скорость взмывания частицы при различных плотностях

Однако сильные порывы ветра не могут быть устранены. По долгосрочным данным Карагандинской области, скорость ветра на высоте 10 метров над уровнем моря может составлять один раз в год 20 метров в секунду; 5 лет - 23 метра в секунду; 10 лет - 25 метров в секунду; 15 лет - 29 метров в секунду; 20 лет - 30 метров в секунду. Конечно, усиление ветра на поверхности хвостохранилища является одной из основных проблем загрязнения воздуха. Способность частиц оставаться на поверхности хвостов зависит от их влажности и величины адгезии, возникающей при соприкосновении частиц. Вода препятствует проникновению частиц под действием поверхностного натяжения. Однако большинство отходов имеют низкую способность почвы удерживать свободную или капиллярную воду. Среднее количество фильтров для воды в зоне дренажа составляет 2,0-5,0 метра в день, средняя площадь-0,2-1,0 метра в день, а центральная площадь-0,1-0,5 метра в день. Капиллярная сила притягивает воду к поверхности воздуха. По формуле Жюрена высота подъема жидкости в капилляре определяется зависимостью [2]:

$$h_{\text{кап}} = \frac{4\sigma \cos \theta}{\rho g d_k}, \quad (3)$$

где $h_{\text{кап}}$ – высота поднятия жидкости в капилляре, м;
 σ – поверхностное натяжение, н/м;
 θ – угол смачивания;
 d_k – диаметр капилляра, м.

Рассмотрим контролируемые факторы, приводящие к подъему жидкости в соответствии с уравнением (3). Повышение напряжения на поверхности воды приводит к

увеличению подъема жидкости в капиллярном пространстве. Известно, что минерализация воды приводит к усилению капиллярного эффекта. По мере уменьшения расстояния (диаметра капилляра) между песчинками увеличивается и подъемная сила. Плотное накопление отходов и уменьшенные поры помогают поддерживать влажность. Эти факторы интересны, но с точки зрения практического применения ими трудно управлять. Фактически, в течение короткого времени хвост высушивается фильтрацией и испарением. Когда отфильтрованная вода удаляется и поверхность пляжа высыхает, адгезия уменьшается, и создаются условия для отделения частиц от поверхности под давлением ветра. В жаркую погоду в течение 7 дней хвост полностью теряет влажность (от 23,58 до 0,71% от первоначального значения). Поэтому хвосты высыхают в течение короткого времени и могут быть легко удалены со скоростью ветра 2-5 м/с [3].

Заключение

Контроль за состоянием атмосферного воздуха в соответствии с природоохранным законодательством Республики Казахстан на горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях осуществляется на следующих уровнях [4]:

- гигиена и защита;
- государственный контроль территориальных учреждений комиссии;
- контроль и организация независимыми лабораториями.

Хотя состояние атмосферы в хвостохранилище находится под постоянным контролем, проблема сокращения выбросов опасных веществ требуют современных и эффективных решений [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Отчет об инженерных изысканиях: Жезказганского хвостохранилища АО «Корпорация Казахмыс». Реконструкция в целях увеличения производственных мощностей. Карагандинский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Караганда, 2008.
- [2] Винников В.А., Каркашадзе Г.Г. Гидромеханика. Учебник для вузов. Изд.: М.: Московский государственный горный университет. 2003 - 304 с.
- [3] Бересневич П.В. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ М., Недра, 1993.-`128с.
- [4] Чайкина Г.М., Обьедкова В.А., Гаранина И.А., Прибылев В.И. Экосистемы техногенных месторождений//Горный информационноаналитический бюллетень. № 1. 2005. С. 105-108.
- [5] Каркашадзе Г.Г., Немировский А.В. Моделирование воздушных потоков на поверхности хвостохранилища. Материалы 10 Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 18-22 ноября 2013.-М. ИПКОН РАН, 2013.

REFERENCES

- [1] Otchet ob inzhenernykh izyekanijax: Zhezkazganckogo xvoctoxranilishha AO «Korporacija Kazakhmys». Rekonstrukcija v celjakh uvelichenija proizvodctvennyx moshhnoctej [Engineering survey report: Zhezkazgan Tailings Management Facility of Kazakhmys Corporation JSC] Reconstruction in order to increase production capacity. Karaganda Regional Centre for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Karaganda, (2008). [in Russian].
- [2] Vinnikov V.A. & Karkashadze G.G. (2003) Gidromexanika [Hydromechanics] Textbook for universities. Ed. by: Moscow State Mining University. [in Russian].
- [3] Beresnevich P.V. (1993) Oxrana okruzhajushhej credy pri jekcpluatacii xvoctoxranilishh [Protection of the environment during exploitation of tailings] M., Nedra [in Russian].



[4] Chaikina G.M., Obedkova V.A., Garanina I.A. & Pribylev V.I. (2005) Jekocicteмы texnogennyx mectorozhdenij [Ecosystems of man-made deposits] Mining Information and Analytical Bulletin, 1, 105-108 [in Russian].

[5] Karkashadze G.G. & Nemirovsky A.V. (2013) Modelirovanie vozdushnyx potokov na poverxnocti xvoctoxranilishha [Modelling of air flows on the surface of a tailings dump] Proceedings of 10th International Scientific School of Young Scientists and Specialists. (November 18-22, 2013) M. IPCON RAS [in Russian].

Ергалиева Д.Т., Камел С.Е., Обухов Ю.Д.

ҚАЛДЫҚ ҚОЙМАНЫҢ ШАНДАНУ ПРОЦЕСІНЕ ЖЕЛ ЖҮКТЕМЕЛЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Аннотация. Шаю процесінде қойыртпақ жүргізушіден қалдықтарды фракциялау жүреді. Ағынның жылдамдығы ең үлкен болатын целлюлоза шығарылатын жерде ауыр және Үлкен бөлшектер жиналады. Ағын жылжып, оның жылдамдығы төмендеген сайын жеңіл бөлшектер ағу тоғанының суының кесілуіне дейін тұндырылады, онда негізінен байыту қалдықтарының жібек және коллоидты фракциялары ағып кетеді. Ауа ортасына шаң жүктемесін жағажайлардың сумен толтырылмаған учаскелері жасайды, бұл шайылатын қалдық қоймаларға тән. Желдің аэродинамикалық күшінің әсерінен ұсақ құм бөлшектері қоршаған аумақтарды ластап, едәуір қашықтыққа тасымалданады.

Сондықтан су үсті жағажайларын шандатпай шайынды қалдық қоймаларды қалыптастырудың қауіпсіз және тиімді технологияларын әзірлеу және енгізу өзекті практикалық міндет болып табылады. Ол жел жүктемелеріне төзімді қалдық қоймаларының жағажайларын қалыптастыру технологиясын жетілдіру негізінде шешіледі.

Кілт сөздер: шаңның қарқындылығы, қалдық қоймасы, нақты ауырлық, бөлшек, желдің жылдамдығы, тығыздық, аэродинамикалық күш, қарсылық коэффициенті, биіктік, жел жүктемесі, ылғалдылық, суару, сүзу, капиллярлық әсер, ауа-райы.

Yergaliyeva Diana, Kamel Sanzhar, Obuhov Yuriy

IMPACT OF WIND LOADS ON THE TAILINGS DAM DUSTING PROCESS

Annotation. In the process of rewashing from the pulp line, tailings fractionation occurs. At the slurry outlet, where the flow velocity is greatest, heavier and coarser particles are deposited. As the flow progresses and its velocity decreases, lighter particles are deposited as far as the water edge of the clarification pond, where mainly the sludge and colloidal tailings fractions flow down. Dust load on the air environment is created by the areas of beaches which are not flooded, which is typical for reclaimed tailings ponds. The aerodynamic force of the wind carries fine sand particles for significant distances, polluting the surrounding areas.

Therefore, the development and implementation of safe and efficient technologies for the formation of reclamation tailings dams without dusting overhead beaches is an urgent practical task. It is solved on the basis of improvement of the technology of formation of tailings dump beaches which are resistant to wind loads.

Keywords: dusting intensity, tailings pond, specific gravity, particle, wind speed, density, aerodynamic force, drag coefficient, height, wind loads, moisture, irrigation, filtration, capillary effect, weathering.