

model of the sedimentation tank was carried out. The graphical curves of deposition of the suspended particles depending on the time of settling in conditions of different depth of the deposition zone and average deposition rate of suspended solids (or hydraulic size of particles) were graphed. The deeper is the deposition zone, the longer is the settling time and the worse becomes the effect of waste water treatment. At the same time, with the increase of height of the deposition zone, the hydraulic size of suspended particles, falling to the bottom of the sedimentation tank model increases, and the waste water clarification becomes less effective.

Originality. Graphical and analytical dependences between the time of settling of suspended particles in the

experimental model of the horizontal sedimentation tank of improved construction and its depth, and average deposition rate of suspended solids (or hydraulic size of particles) were obtained.

Practical value. Obtained curves of deposition of suspended particles in waste water allow us to optimize the process of the mine water treatment in horizontal sedimentation tanks of the improved construction.

Keywords: *mine water, horizontal sedimentation tank, hydraulic size of particles, efficiency of waste water treatment*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Т.І. Долговою. Дата надходження рукопису 29.09.11

УДК 622.807.54

**В.И. Голинько, д-р. техн. наук, проф.,
И.О. Лутс,
Е.А. Яворская, канд. техн. наук, доц.**

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: golinko@nmu.org.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО И ПЫЛЕВОГО БАЛАНСА В НАКЛОННОМ СТВОЛЕ ШАХТЫ №9-10 МАРГАНЕЦКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

**V.I. Golinko, Dr. Sci. (Tech.), Prof.,
I.O. Luts,
Ye.A. Yavorskaya, Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.**

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: golinko@nmu.org.ua

RESEARCH OF AIR AND DUST BALANCE IN INCLINED SHAFT OF THE MINE N.9-10 AT MANGANESE DRESSING PLANT

Цель. Оптимизация борьбы с пылеобразованием путем изучения аэродинамической обстановки в наклонном стволе при различных режимах проветривания при транспортировании марганцевой руды ленточным конвейером. Изучение закономерностей интенсивности осаждения пыли.

Методика. Методика промышленных исследований пылевого баланса наклонного ствола включает определение запыленности воздуха в наклонном стволе в нескольких сечениях в трех точках: над поверхностью транспортируемого материала, под холостой ветвью ленточного конвейера и в пространстве между ставом ленточного конвейера и стенкой наклонного ствола. Запыленность воздуха определялась у входа в наклонный ствол и далее через каждые 120 метров по длине ствола. Определение запыленности воздуха в наклонном стволе проводилось методом внешней фильтрации с применением аспиратора АЭРО-4 на фильтре АФА-18 с последующим взвешиванием навески пыли на фильтре.

Результат. Результаты исследований показывают, что запыленность воздуха в рабочем проходе увеличивается с (1,3–2,0) мг/м³ у входа в наклонный ствол до (6,3–7,5) мг/м³ в нижней части ствола. Эти результаты позволяют в дальнейшем произвести выбор наиболее оптимального способа борьбы с пылеобразованием в наклонном стволе. Уборка осевшей пыли требует дополнительных затрат и приводит к вторичному пылеобразованию осевшей и подсохшей пыли. Необходимо создание средств предотвращения налипания руды на ленту и механизированной уборки просыпей, для чего требуется изучение физико-механических свойств марганцевой руды.

Научная новизна. Получены зависимости осаждения пыли под ветвями ленточного конвейера в зависимости от его длины и времени года.

Практическая значимость. Изучение интенсивности осаждения пыли позволяет в дальнейшем разработать способы и средства предотвращения налипания марганцевой руды на ленту.

Ключевые слова: *воздухообмен, конвейер, пылевыделение, атмосфера, температура, ствол*

Постановка проблемы. На шахте № 9–10 Марганецкого ГОК внедрена поточная технология с конвейерной доставкой руды от забоя до поверхности.

Хотя в последние годы производительность шахты снизилась почти вдвое, на работе наклонного конвейера и пылеобразовании это никак не отразилось. Дело в том, что на наклонный конвейер поступает вся руда и с шахты № 14–15. Таким образом, годовая производи-

тельность наклонного ствола и пылеобразование в нем остались на прежнем уровне, что делает исследование воздушного и пылевого баланса актуальной проблемой текущего времени.

Анализ последних исследований. Для снижения запыленности воздуха необходимо исследовать воздушный и пылевой баланс, на основании чего можно наметить способы и средства, способствующие улучшению санитарно-гигиенических условий в наклонном стволе.

Проветривание шахты осуществляется по центральной схеме с центрально сдвоенным расположением стволов. Способ проветривания шахты – всасывающий, проветривание осуществляется главной вентиляционной установкой (ГВУ) с центробежным вентилятором ВЦ-31,5.

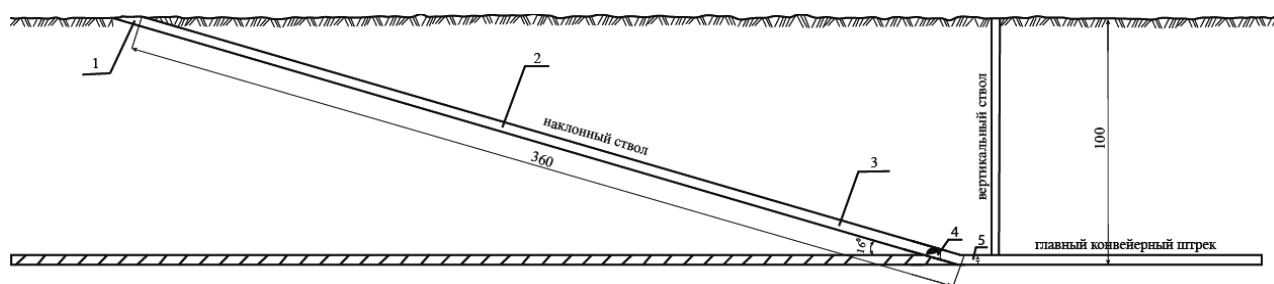


Рис.1. Места проведения замеров в шахте: 1– на входе в наклонный ствол; 2–через 150 м; 3–через 300 м (нижняя отметка наклонного ствола); 4–третий съезд; 5–через 350 м (перед дверью)

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. При всасывающем режиме ГВУ в зимний период года температура воздуха в наклонном стволе возрастает от устья, стабилизируясь в начале главного конвейерного штрека. При этом воздух движется вниз по наклонному стволу. С увеличением температуры наружного воздуха в весенний период года устанавливается равновесие между температурой наружного воздуха и воздуха в наклонном стволе ($11 - 14^{\circ}\text{C}$). При дальнейшем увеличении температуры наружного воздуха, в весенний и летний период года, температура воздуха в наклонном стволе уменьшается от устья до нижней отметки.

Во все периоды года под действием разряжения, создаваемого ГВУ, в шахту через наклонный ствол осуществляется неорганизованный приток наружного воздуха. Причиной этого является несовершенство вентиляционных дверей в наклонном стволе, их далеко недостаточная герметизация.

С увеличением температуры наружного воздуха, от зимнего к летнему периоду года, происходит увеличение скорости воздуха в наклонном стволе от 1 до 2,6 м/с, а количество поступающего в шахту воздуха изменяется от 10,8 до 23,6 м³/с. При нулевом режиме проветривания наблюдается незначительное движение воздуха в наклонный ствол, вызванное наличием естественной тяги.

При реверсивном режиме проветривания, воздух движется вверх по наклонному стволу, достигая максимальной скорости в летний период года 3,3 м/с.

Еще в период проектирования шахты № 9–10 осуществлялась попытка сделать наклонный ствол

вентиляция выемочных участков шахт осуществляется вентиляторами местного проветривания нагнетательным способом.

Конвейер 2ЛУ120 имеет общую длину 720 м, в том числе длина горизонтальной части конвейера 360 м. По данным Военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) депрессия в наклонном стволе составляет 38,2 Па, а в районе горизонтальной части конвейера, то есть в начале главного конвейерного штрека 1,96 Па.

При различных режимах проветривания и в различные периоды времени года были проведены исследования со следующими характерными местами замеров (рис. 1).

нейтральным в вентиляционном отношении. Для этого предполагалось изолировать наклонный ствол с помощью герметичных дверей от других шахтных выработок. Однако это не удалось. Необходима более надежная герметизация дверей или создание в устье ствола воздушной завесы.

Проветривание изолированного наклонного ствола возможно через специальные вентиляционные скважины.

Определение запыленности воздуха в наклонном стволе производилось в трех точках: над поверхностью транспортируемого материала, под холостой ветвью ленточного конвейера и в пространстве между ставом ленточного конвейера и стенкой наклонного ствола (в рабочем проходе). Запыленность воздуха определялась у входа в наклонный ствол и далее через каждые 150 м по длине ствола.

Постановка проблемы. Результаты исследований показывают, что запыленность воздуха в рабочем проходе увеличивается с (1,3–2,0) мг/м³ у входа в наклонный ствол до (6,3–7,5) мг/м³ в нижней части ствола.

Анализ данных запыленности воздуха позволяет сделать вывод, что основными источниками пылевыделения в наклонном стволе являются холостая и рабочая ветви ленточного конвейера, где запыленность воздуха изменяется от 1,3 до 4,3 мг/м³ у входа в наклонный ствол и от 4,3 до 9,0 мг/м³ на нижней отметке ствола. Над рабочей ветвью конвейера запыленность чуть меньше. При этом запыленность воздуха и интенсивность осаждения пыли значительно выше в зимний период года, когда относительная влажность поступающего в шахту воздуха составляет 75%.

На рис. 2 графічно представлено залежність відношення запыленности воздуха в рабочем проходе и запыленности воздуха под холостой ветвью конвейера от длины ствола.

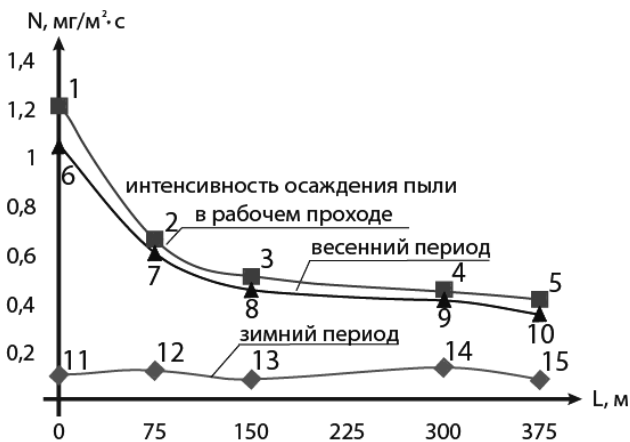


Рис. 2. Залежність відношення запыленности воздуха в рабочем проходе и запыленности воздуха под холостой ветвью конвейера от длины ствола и времени года: N – інтенсивність пылевыведения, $\frac{мг}{м^2} \cdot с$; L – довжина конвейера, м; 1–15 – точки определения интенсивности осаждения пылин по длине конвейера

Изложение основного материала. Как видно из приведенных графиков, между запыленностью воздуха в рабочем проходе, под холостой ветвью и над рабочей ветвью, наблюдается определенная связь, то есть, чем выше запыленность воздуха под холостой и над рабочей ветвями, тем выше запыленность воздуха в рабочем проходе.

Результаты исследований показывают, что состояние воздушной среды в наклонном стволе не соответствует требованиям санитарных норм.

Взаимодействие транспортируемой марганцевой руды, обладающей высокой естественной влажностью, с поверхностью конвейерной ленты приводит к интенсивному налипанию материала на ленту и, в конечном итоге, выпадению его в подленточное пространство, то есть происходит образование просыпей [2].

Следует отметить, что просыпи выпадают с холостой ленты на почву наклонного ствола, а с рабочей ветви на металлические листы перекрытия, расположенные между холостой и рабочей ветвями ленточного конвейера. Этим и объясняется незначительная разница в пылевыведении от обеих ветвей.

Интенсивность осаждения пыли зависит от многих факторов: влажности транспортируемого материала, вибрации холостой ветви конвейера, расстояния между роликсопорами, длины конвейера и т.д.[1].

Если предположить, что параметры, влияющие на интенсивность осаждения пыли, остаются неизменными, то можно считать, что интенсивность осаждения пыли пропорциональна количеству оставшегося на ленте материала. Тогда на элементарной длине конвейера dl интенсивность осаждения dN будет равна

$$dN = -kNd, \tag{1}$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Интегрируя выражение (1) по длине конвейера l , получим

$$N = N_0 \exp(-kl), \tag{2}$$

где N_0 – интенсивность осаждения пыли при $l = 0$.

Суммарное количество пыли, выпавшей под ленточное пространство, тогда равно

$$M = \int N ds = \int_0^l N b dl, \tag{3}$$

где b – ширина поверхности, на которой осаждается пыль.

В формуле (3) считаем, что интенсивность осаждения пыли не зависит от ширины поверхности. На (рис. 3) графически изображена зависимость интенсивности осаждения пыли от длины наклонного конвейера.

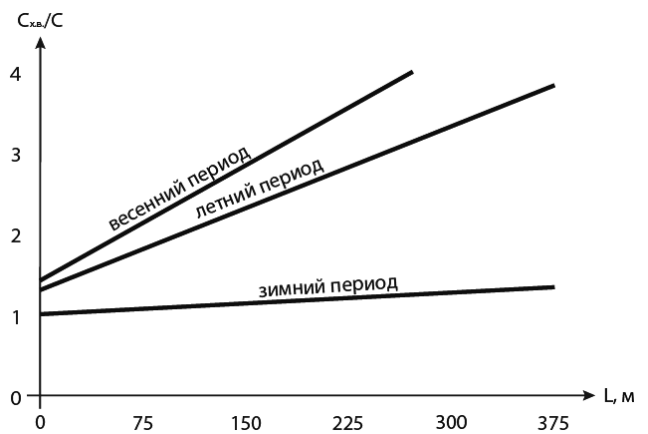


Рис. 3. Залежність інтенсивності осаждения пыли от длины наклонного конвейера и времени года: $C_{х.в.}/C$ – відношення запыленности воздуха в холостой ветви конвейера к запыленности воздуха в рабочем проходе; L – довжина конвейера, м

С достаточной точностью эти кривые можно описать уравнением

$$N = N_0 \exp(-3,5 \cdot 10^{-3} \cdot L), \tag{4}$$

где $N_0 = 1,2 \text{ мг/с} \cdot \text{м}^2$ для зимнего периода года и $N_0 = 1,05 \text{ мг/с} \cdot \text{м}^2$ для переходного периода года.

Выводы. Состояние воздушной среды в наклонном стволе не удовлетворяет требованиям санитарных норм. Основным источником пылеобразования является холостая ветвь ленточного конвейера. Для создания нормальных санитарно-гигиенических условий труда в наклонном стволе необходимо предусмотреть эффективную очистку поверхности ленты от прилипшего материала.

Представленные авторами статьи публикации рассматривают вопросы борьбы с пылью только в

горизонтальних виробках, то же саме кається і отложения просыпей.

Дальнейшие исследования будут направлены на акцентирование проблем, частично рассмотренных в данной работе, а именно: исследование процесса осаждения пыли, в холостом и рабочем проходах, в зависимости от угла наклона выработки.

Список литературы / References

1. Голинько В.И. Исследование динамики запыленности воздуха в выемочных штреках марганцевых шахт / Голинько В.И., Кузьминов К.В., Колесник В.Е. // Научный вестник НГУ – Днепропетровськ, 2003, №12 – С. 57–61.

Golinko, V.I., Kuzminov, K.V. and Kolesnik, V.Ye. (2003), "Research of dynamics of dust content in air in drifts of manganese mines", *Naykovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, Dnepropetrovsk, no.12, pp. 57–61.

2. Відкладення просипів на стрічкових конвеєрах та їх вплив на рівень запиленості шахтної атмосфери / [Кузьминов К.В., Гладырь В.В. и др.] // Охорона праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу / Мінпромполітики України, Український державний науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в гірничорудній і металургійній промисловості – Кривий Ріг: НДІБПГ, 2003– випуск №5 – С. 42–47.

Kuzminov, K.V. and Gladir, V.V. (2003), "Deposition of spills on belt conveyors and their influence on mine atmosphere dustiness level", *Okhrona pratsi ta navkolyshnoho seredovysha na pidpryemstvakh hirnycho-metalurhiynoho kompleksu*, published by Minprompoliti-ki Ukrainy, Ukrainskiy derzavniy naukovo-doslidniy institute bezpeky pratsi ta ekologii v girnichorudniy i metalurhiyniyu promislovosti, Kryvyi Rig, Ukraine, no.5, pp. 42–47.

Мета. Оптимізація боротьби з пилоутворенням шляхом вивчення аеродинамічної обстановки в похилому стовбурі при різних режимах провітрювання при транспортуванні марганцевої руди стрічковим конвеєром. Вивчення закономірностей інтенсивності осадження пилу

Методика. Методика промислових досліджень пилового балансу похилого стовбура включає визначення запиленості повітря в похилому стовбурі в декількох перетинах у трьох точках: над поверхнею матеріалу, що транспортується, під холостою гілкою стрічкового конвеєра і в просторі між ставом стрічкового конвеєра і стінкою похилого стовбура. Запиленість повітря визначалася біля входу в похилий ствол і далі через кожні 120 метрів по довжині ствола. Визначення запиленості повітря в похилому стовбурі проводилося методом зовнішньої фільтрації із застосуванням аспіратора АЕРО-4 на фільтрі АФА-18 з наступним зважуванням наважки пилу на фільтрі.

Результат. Результати досліджень показують, що запиленість повітря в робочому проході збільшується з (1,3-2,0) мг / м³ біля входу в похилий стовбур до (6,3-

7,5) мг / м³ у нижній частині стовбура. Ці результати дозволять у подальшому зробити вибір найбільш оптимального способу боротьби з пилоутворенням у похилому стовбурі. Прибирання осілого пилу вимагає додаткових витрат і призводить до вторинного пилоутворення осілого і підсохлого пилу. Необхідне створення засобів запобігання налипанню руди на стрічку і механізованого прибирання просипу, для чого потрібне вивчення фізико-механічних властивостей марганцевої руди.

Наукова новизна. Отримано залежності осадження пилу під гілками стрічкового конвеєра від його довжини та пори року.

Практична значимість. Вивчення інтенсивності осадження пилу дозволяє в подальшому розробляти способи та засоби запобігання налипанню марганцевої руди на стрічку.

Ключові слова: повітрообмін, конвеєр, пилотвілення, атмосфера, температура, стовбур

Purpose. To find ways of dusting control optimization by studying the aerodynamic state in an inclined shaft at various modes of ventilation during transport of manganese ore by a band conveyor. To study the laws of dust deposition intensity.

Methodology. The methodology of the industrial researches of dust balance in an inclined shaft includes determination of air dust content in three points of the inclined shaft: above the transported material surface, under loose band of the conveyor and in the area between belt conveyor body and wall of the inclined shaft. Dust content of air was defined at the entrance into the inclined shaft and then after each 120 meters along the full length of the shaft. Determination of air dust content in inclined shaft was carried out by method of external filtration using АЭРО-4 aspirator with filter - АФА-18 with subsequent weighing of dust on filter.

Findings. The results of the research showed that air dust content in working passage increases from 1.3–2.0 mg/m³ at the entrance into the inclined shaft to 6.3–7.5 mg/m³ in lower part of the shaft. These results allow selecting the most optimal method of dust elimination from an inclined shaft. Removal of deposited dust requires additional costs and leads to secondary dust formation of deposited and dried dust. It is necessary to create means to avoid sticking of ore to the band and mechanized removal of spilled ore. In order to achieve that it is required to study physical-mechanical properties of manganese ore.

Originality. The laws of dust formation under branches of the band conveyor depending on its length and season of the year were studied.

Practical value. The study of dust deposition rates contributes to development of the ways and means of prevention of manganese ore sticking to the band.

Keywords: air exchange, conveyor, dust discharge, atmosphere, temperature, shaft

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.Є. Колесником. Дата надходження рукопису 20.11.11.