

содержащегося в поровом пространстве, переходит в микронарушения, которые при увеличении степени преобразования пород залечиваются поровыми растворами и образуют полоски Бёма.

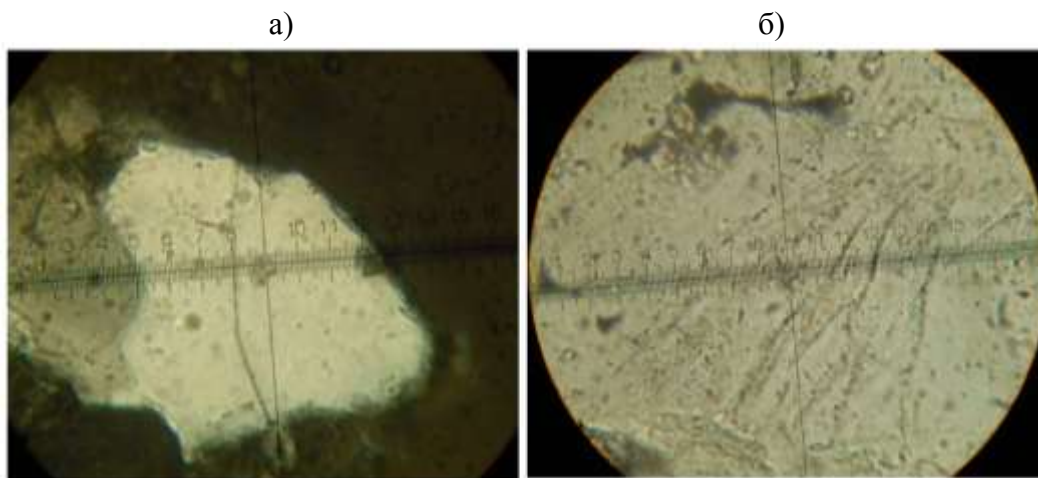


Рисунок 1 - Шлиф песчаника: а) – шлиф песчаника, микротрещина в кварцевом зерне, ув.  $1200^x$ ; б) - система полосок Бёма в кварцевом зерне, ув.  $1200^x$

Для зерен кварца песчаников, отобранных в пределах развития углей марок Ж, количество полосок Бёма значительно увеличивается. Слагающие их газовые включения размером от 1 до 2 мкм четко выражены, имеют изометричную форму. В одном кварцевом зерне встречается до 3 систем полосок Бёма, представленных субпараллельными полосами, длина которых достигает 120 мкм (рис. 2а).

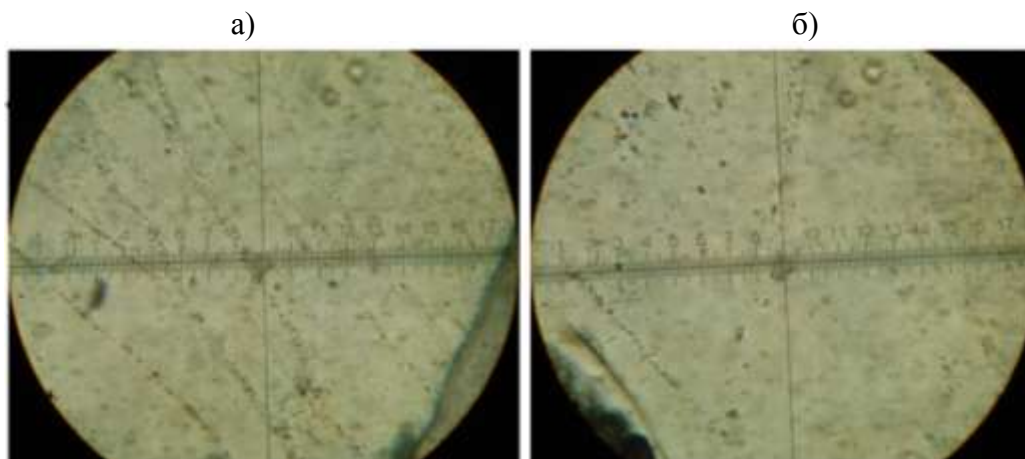


Рисунок 2 - Полоски Бёма в кварцевом зерне песчаника: а) - отобранного в пределах развития углей марок Ж ув.  $1200^x$ ; б) - отобранного в пределах развития углей марки А, ув.  $1200^x$

На поздних стадиях преобразования пород (угли марки А) в кварцевых зернах песчаников, газовые включения имеют неправильную, местами вытянутую форму. Количество полосок Бёма в кварцевых зернах значительно меньше и представляют собой включения размером около 1 мкм. Длина полосок достигает 60 мкм (рис. 2б). Исследование кварцевых зерен песчаников отобранных в пределах развития углей марки А показало, что деление газовых

включений на мелкие, более устойчивые включения, происходит на поздних стадиях преобразования пород. Объемы данных включений будут уточнены в последующих исследованиях.

Проанализировав существующие данные о природе газовых включений и полосок Бёма кварцевых зерен песчаников Донбасса, и дополнив их новыми исследованиями, можно сделать следующие выводы. Газовые включения и полоски Бёма повсеместно отмечаются в зернах кварца песчаников ранних и средних стадий преобразования пород, в пределах развития углей марок Д, Г, Ж, К. С увеличением степени преобразования пород (угли марок ОС, Т, А) параллельно происходит деление включений до мельчайших размеров. С увеличением палеоглубины песчаников трансформируется форма включений, уменьшается их размер, стабилизируется давление во включениях, отвечающее тем условиям, в которых находится исследуемая порода в данный момент преобразований.

Изучение газовых включений в кварцевых зернах песчаников может дополнять классические методы определения коллекторских свойств пород и представляет определенный научный интерес. Поскольку для каждой стадии преобразования песчаника характерны определенные изменения данных включений то они могут служить индикатором степени преобразования пород и частично ответить на вопрос об изменении газовой составляющей закрытой пористости пород с увеличением температуры и давления в углепородном массиве.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газообильность каменноугольных шахт СССР. Комплексное освоение газоносных угольных месторождений / А.Т. Айруни, Р.А. Галазов, И.В. Сергеев [и др.]. – М.: Наука, 1990. – 216 с.
2. Жикаляк, М. В. Метан вугільних родовищ у локальній енергетиці Донбасу / М.В. Жикаляк // Геотехническая механика. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины. – 2002. – Вып.32.-С.74-76.
3. Баранов, В.А. Микронарушеність кварца песчаников Донбасса в зв'язі з їх вибросоопасністю / В.А. Баранов: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Днепропетровск, 1989. – 17 с.
4. Баранов В.А. Пластичні деформації кварцу пісковиків Донбасу / В.А. Баранов // Геол. і геох. горючих копалин, 1995.- №1-2(90-91).- С. 33-45.
5. BÖhm August. Tschennaks mineralogische und petrographische Mitteilungen / August Böhm // Wien. - 1883. - V. 5, 204. - S. 127-214.
6. Антипович, Я.В. Особенности преобразования коллекторских свойств песчаников в условиях раннего катагенеза / Я.В. Антипович // Форум Горняков – 2013: міжнар. конф., 2-5 жовт. 2013 р.: матеріали / Національний гірничий університет. - Дніпропетровск, 2013. - С. 69-71.

#### REFERENCES

1. Airuni, A.T., Galazov, R.A., Sergeev, I.V., and at (1990), *Gazoobilnost kamenyogolnykh shakht SSSR. Kompleksnoe osvoenie gazonosnykh ugolnykh mestorozhdeniy* [Gas content of coal mines of the USSR. Comprehensive development of gas-bearing coal deposits], Nedra, Moscow, Russia.
2. Zhikalyak, M.V. (2002), "Coalbed methane in the local energy of the Donbas", *Geotekhnicheskaya Mekhanika* [Geo-Technical Mechanics], no.32, p.74-76.
3. Baranov, V.A. (1989), "Micro disturbance of quartz sandstones of Donbass in connection with their outburst", Abstract of Ph.D.(Geol.-Min), Dnepropetrovsk, Ukraine.
4. Baranov, V.A. (1995), "Plasticdeformation of quartz sanstones of Donbass", *Geologiya i geokhimiya goryuchikh kopalyn*, no.1-2 (90-91), p. 33-45.
5. BÖhm August (1883), "Tschennaks mineralogische und petrographische Mitteilungen", *Wien*, vol. 5, 204, pp. 127-214.

6. Antipovich, Ya.V. (2013), "Features of reservoir properties transformations of sandstones under early katagenesis", *Miners Forum, Intern. conference, 2-5 october 2013, National mining university, Dnipropetrovsk*, pp. 69-71.

---

#### Об авторе

*Антипович Яна Валентиновна*, магистр, аспирант, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, [Yana\\_Antipovich@ukr.net](mailto:Yana_Antipovich@ukr.net).

#### About the author

*Antipovich Yana Valentinovna*, master of Science, Doctoral student, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, [Yana\\_Antipovich@ukr.net](mailto:Yana_Antipovich@ukr.net).

---

**Анотація.** У даній статті представлені результати дослідження газових включень в кварцових зернах пісковиків. З метою вивчення впливу палеоглибини на перетворення даних включень використовувалися шліфи представлені пісковиками карбонового віку, відібраними в районах поширення вугілля марок Д, Г, Ж і А. Шліфи досліджувалися з використанням оптичного мікроскопу при збільшенні від 100 до 1200 крат.

У ході дослідження газових включень кварцових зерен пісковиків особлива увага приділялася ранній та пізній стадіям їх перетворення (пісковики, що вміщують вугілля марок Д і А), що дозволяє доповнити існуючі дані і дати повну характеристику впливу палеоглибини на перетворення даних включень.

В результаті зроблені висновки, що з палеоглибиною пісковиків трансформується форма включень, зменшується їх розмір, стабілізується тиск у включеннях, що відповідає тим умовам, в яких знаходиться досліджувана порода в даний момент перетворень.

Данні включення мають певний практичний інтерес, оскільки газові включення можуть виступати індикатором ступеня перетворення порід та частково відповісти на питання про зміну газової складової закритої пористості пісковиків зі збільшенням температури та тиску в углепородному масиві.

**Ключові слова:** палеоглибина, газові включення, мікротріщини, смужки Бьома.

**Abstract.** The article presents results of the study of gas inclusions in the quartz sandstone grains. In order to study the paleodepth effecting the inclusion conversion, the microsections were used which were represented by sandstones of Carboniferous age selected in the areas of the D, G, F and A coal grade extent. The microsections were examined by an optical microscope at a magnification by 100 - 1200 times.

The study of gas inclusions in the quartz grains of the sandstones was focused on the early and late stages of their conversion (sandstones, which enclosed coals of the D and A grades). It makes possible to add the existing data and give a complete characterization of the paleodepth impacting on the inclusion conversion.

As a result, a conclusion has been made that, with the sandstones being at the paleodepth, a form of inclusions is transformed, their size is reduced, and pressure in the inclusions is stabilized to the level which corresponds to the conditions in which the rocks are at the moment of the inclusion transformations.

The study presents practical interest because the gas inclusions may be an indicator of the rock transformation and can partially give an answer on changed gas content in the sandstone close porosity in case of increasing temperature and pressure in the rock mass.

**Key words:** paleodepth, gas inclusions, microfractures, strips of Boehm.

*Статья поступила в редакцию 11.09.2015.*

*Рекомендовано к печати д-ром геол.-минерал. наук В.А. Барановым*

УДК 622.81:622.647.21

**Новикова Е.А.**, канд. техн. наук, доцент  
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА  
И ПАРАМЕТРОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ  
ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ И ФОНОВУЮ КОНЦЕНТРАЦИЮ В ВЫРАБОТКЕ**

**Новікова О.О.**, канд. техн. наук, доцент  
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**ВПЛИВ ПРОДУКТИВНОСТІ КОНВЕЄРНОГО ТРАНСПОРТУ І  
ПАРАМЕТРІВ ПРОВІТРЮВАННЯ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ  
ПИЛОУТВОРЕННЯ І ФОНОВУ КОНЦЕНТРАЦІЮ У ВИРОБЦІ**

**Novikova O.O.**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor  
(State HEI «NMU»)

**IMPACT OF CONVEYOR TRANSPORT PRODUCTIVITY AND  
VENTILATION PARAMETERS ON INTENSITY OF DUST FORMATION  
AND BACKGROUND CONCENTRATIONS IN THE ROADWAYS**

**Аннотация.** Интенсивность пылеобразования от конвейера определяется многими факторами, основными из которых являются его техническое состояние, режим проветривания и производительность при транспортировании горной массы. Постоянство концентрационного фона поддерживается за счет сложного механизма взметывания и оседания пыли, который в силу его слабой изученности приводит к качественному расхождению теоретических результатов с экспериментальными данными. В статье рассмотрено изменение фоновой концентрации пыли в выработке при влиянии на нее производительности конвейера и режима проветривания. Полученные данные экспериментов свидетельствуют об увеличении интенсивности пылевыведений от работающего конвейера при увеличении скорости вентиляционного потока и производительности конвейера. Полученные зависимости позволяют более точно описать изменение концентрации пыли по длине выработки при одновременном воздействии точечного и распределенного источников пылеобразования в горной выработке.

**Ключевые слова:** пылеотложения, фоновая концентрация, конвейерные выработки, производительность конвейера, вентиляционный поток.

**Введение.** Уровень запыленности в конвейерной выработке обуславливается тремя совместно действующими факторами: разбавлением пылевого облака чистым воздухом за счет турбулентной диффузии в движущемся потоке, выносом витающей пыли за пределы конвейерной выработки и интенсивностью пылеобразования источниками пыли (точечными источниками – при отбойке горной массы от массива горных пород и перегрузе, а также источниками распределенным по длине выработки – при транспортировке горной массы конвейером).

Интенсивность пылеобразования от конвейера определяется многими факторами, основными из которых являются его техническое состояние, режим проветривания и производительность при транспортировании горной массы.

На пылевую обстановку в конвейерных выработках существенное влияние оказывают процессы оседания пыли, поступившей через начальное сечение горной выработки [1]. Однако наряду с оседанием пыли происходит ее образование по длине конвейерных линий и взметывание ее воздушным потоком. Первый из этих факторов способствует уменьшению запыленности воздуха, а второй приводит к тому, что на значительных расстояниях от точечных пылевых источников, когда влияние его на пылевую обстановку практически отсутствует, в вентиляционной струе сохраняется определенная концентрация пыли, даже если на почве или стенках выработки убрана осажденная пыль [2]. Постоянство концентрационного фона поддерживается за счет сложного механизма взметывания и оседания пыли, который в силу его слабой изученности приводит к качественному расхождению теоретических результатов с экспериментальными данными [3]. Причиной этому является то, что граничные условия при описании движения частиц в турбулентном потоке уравнением диффузии в потоке не отражают реального процесса, который состоит в том, что при удалении от пылевого источника на расстояние порядка десятка метров происходит падение концентрации пыли до ее фоновой величины, зависящей от конкретных условий, а дальше она остается приблизительно на одном уровне.

**Теоретическая часть.** Оценить влияние на фоновую запыленность процессов взметывания пыли за счет ее сдувания с поверхности выработки и повторного оседания (по принципу «бархан» или массопереноса) весьма сложно. На первый взгляд представляется возможным учесть оседание и взметывание [3], поскольку над шероховатой поверхностью почвы коэффициент турбулентной диффузии пыли отличен от нуля, а при наличии на ней осажденной пыли граничное значение ее концентрации на почве совпадает с насыпной плотностью. Однако при таком подходе из-за очень малой скорости гравитационного оседания пылинок концентрация пыли даже на удалении от источника получается соизмеримой с ее насыпной плотностью [4].

Если несоответствие теоретических результатов экспериментальным данным в первых двух случаях легко объясняется принятием слишком идеализированных граничных условий при решении уравнения распространения пыли, то причина парадоксального результата, получающегося при последнем подходе, более глубока. Для ее объяснения другими авторами схожих работ была высказана гипотеза о механизме взметывания пыли с почвы горной выработки: в турбулентном потоке над шероховатой поверхностью пыль взметывается не отдельными частицами, а в виде пылевых образований – сгустков (облачков), которые затем рассыпаются на отдельные пылинки.

Благодаря пылевым сгусткам скорость их гравитационного оседания вследствие экранирующей способности может быть намного больше, чем у отдельных частиц, в результате чего обеспечивается значительное падение концентрации пыли в потоке по сравнению с ее насыпной плотностью в осажденном состоянии. Для непосредственного подтверждения гипотезы и уточнения количественных характеристик данного процесса ранее проводились исследования процесса взметывания пыли с поверхности горных выработок, в которых дана

оценка влиянию на фоновую запыленность этих процессов [5].

**Экспериментальная часть.** В связи с вышеуказанным, с целью исключения влияния процессов рассмотренных выше, для определения фоновой концентрации образованной работой конвейера, был выбран участок свежесобранной конвейерной выработки на расстоянии 400 м от лавы с типовой площадью сечения  $5 \text{ м}^2$ , периметром 9 м, при  $v_{cp} = 0,5 \text{ м/с}$  и  $B = 0,0245$ .

При изменении производительности конвейера фоновая концентрация в выработке изменяется по кривой представленной на рис. 1.

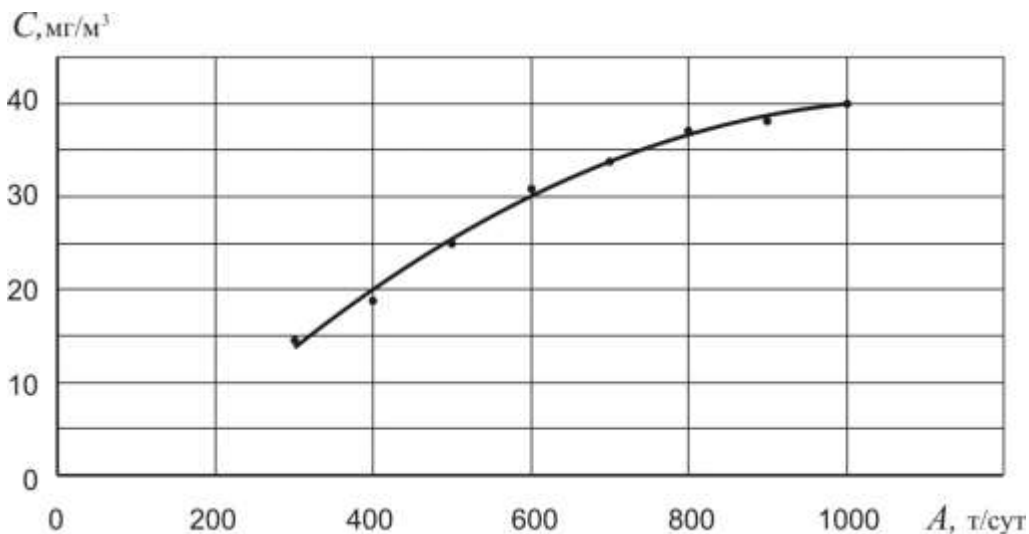


Рисунок 1 - Зависимость фоновой концентрации от величины производительности конвейера

Полученный график описывается уравнением вида полинома второй степени

$$C_k = -5 \cdot 10^{-5} \cdot A^2 + 0,0913 \cdot A - 10,008, \text{ мг/м}^3 \quad (1)$$

где  $A$  - производительность конвейера, т/сут;  $C_k$  - фоновая концентрация пыли в выработке, мг/м<sup>3</sup>; с достоверностью аппроксимации  $R^2 = 0,9942$ .

На фоновую концентрацию существенное влияние оказывает вентиляционный режим в конвейерной выработке, поэтому при исследовании динамики фоновой концентрации измерения выполнялись при различных скоростях вентиляционной струи.

Анализ результатов исследований, представленных на рис. 2. свидетельствует о том, что фоновая концентрация в выработке обусловленная работой конвейера, при определенных условиях может быть величиной постоянной и оставаться на одном уровне. Однако при определенных обстоятельствах величина концентрационного фона в конвейерной выработке может существенно измениться, что может привести к существенному ухудшению санитарно-гигиенических условий труда и уровня безопасности на рабочих местах.

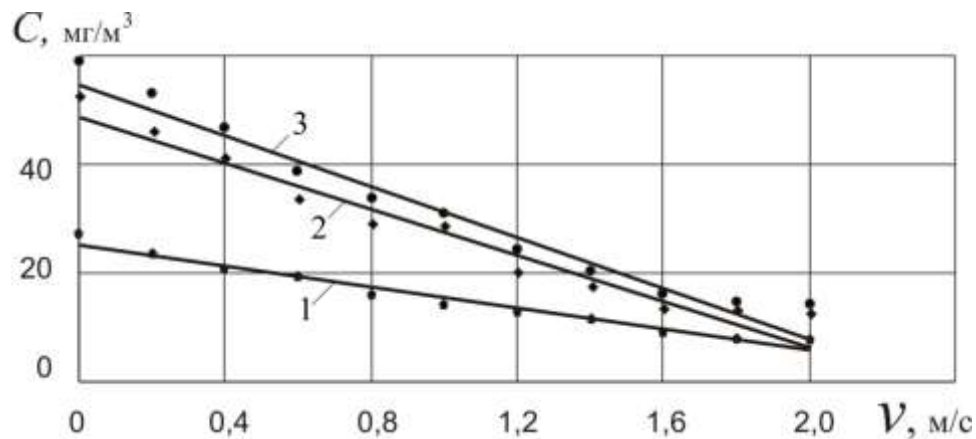


Рисунок 2 - График зависимости концентрационного фона от скорости вентиляционной струи, для разной производительности конвейера при его работе: 1, 2 и 3 – соответственно, при производительности конвейера 500, 700 и 1000 т/сут.

При наличии источников непрерывного выделения пыли, интенсивность пылевыведения в проветриваемой выработке всегда больше, чем в непроветриваемой [6]. Это явление связано с тем, что в проветриваемой выработке на процесс образования аэрозоля при непрерывном выделении пыли существенное влияние оказывают динамические параметры вентиляционного потока.

Для проверки справедливости утверждения [6] в условиях работы конвейера были выполнены исследования, сущность которых заключалась в определении интенсивности пылевыведения во время работы конвейера при разных значениях скорости вентиляционной струи, а также для разной производительности конвейера. Для этого при каждом режиме проветривания производилось измерение средней запыленности воздуха в конвейерной выработке.

Отбор пылевых проб производился только во время работы конвейера. Одновременно с отбором пылевых проб измерялись скорость движения и расход воздуха в выработке, фиксировались время чистой работы конвейера и определялась его производительность.

Интенсивность пылевыведения при каждом режиме проветривания рассчитывалась по формуле

$$j = C_{\kappa} S (\nu + 0,0245), \text{ мг/с} \quad (2)$$

где  $S$  - площадь исследуемого участка выработки,  $\text{м}^2$ ;  $\nu$  - скорость вентиляционной струи,  $\text{м/с}$ .

**Результаты работы.** Полученные данные экспериментов (рис.3) свидетельствуют об увеличении интенсивности пылевыведений от работающего конвейера при увеличении скорости вентиляционного потока и производительности конвейера.

Таким образом, основными параметрами, оказывающими существенное влияние на величину концентрационного фона в конвейерной выработке, явля-

ются: техническое состояние конвейера, его производительность, количество осажженной пыли в подконвейерном пространстве, скорость вентиляционной струи, свойства отбиваемой от массива и транспортируемой горной массы, свойства пыли, а также аэродинамические параметры пылевого и вентиляционного потоков.

Скорость вентиляционной струи является строго регламентируемым параметром, свойства горной массы и пыли обусловлены природными факторами и существующей технологией добычи угля, аэродинамические параметры воздушных и пылевых потоков обусловлены применяемой крепью горных выработок и оборудованием которое находится в них [6]. Поэтому для улучшения санитарно-гигиенических условий труда и повышения уровня безопасности ведения основных технологических работ по добыче и транспортировке угля необходимо разрабатывать мероприятия, способы и технические средства для снижения уровня накопления угольной пыли в конвейерной выработке, особенно в таких труднодоступных местах с высокой потенциальной опасностью во время аварийной ситуации, каким является подконвейерное пространство.

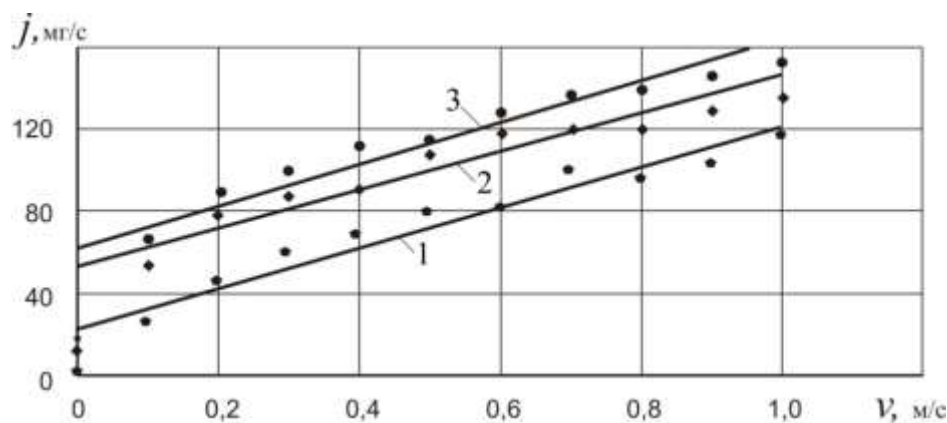


Рисунок 3 - График зависимости интенсивности пылеобразования от скорости вентиляционной струи, для разной производительности конвейера при его работе: 1, 2 и 3 – соответственно, при производительности конвейера 500, 700 и 1000 т/сут.

**Выводы.** Основные результаты выполненных исследований сводятся к следующему:

- увеличение скорости воздушного потока в конвейерной выработке до определенного предела способствует снижению запыленности воздуха за счет разжижения пылевого облака, а далее к ее росту за счет более интенсивного выдувания пыли, просыпавшейся из-под холостой и рабочей лент конвейера;

- на интенсивность пылеобразования и фоновую концентрацию в конвейерной выработке оказывает существенное влияние производительность конвейера и параметры проветривания. Результаты исследований свидетельствуют об увеличении интенсивности пылевыделений от работающего конвейера при увеличении скорости вентиляционного потока и производительности конвейера. Полученные экспериментальные точки образуют линии с наклоном к оси абсцисс,