

10. Kwak S.H. (1990). "A mission planning expert system for an autonomous underwater vehicle". Proceedings of the 1990 Symposium on Autonomous Underwater Vehicle Technology: 123–128. Retrieved 30 November 2013.
11. Everitt, Brian (2011). Cluster analysis. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley. ISBN 9780470749913.
12. Шуметов В. Г. Шуметова Л. В. Кластерный анализ: подход с применением ЭВМ. — Орел: ОрелГТУ, 2000. — 118 с.
13. Ester, Martin; Kriegel, Hans-Peter; Sander, Jörg; Xu, Xiaowei (1996). "A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise". In Simoudis, Evangelos; Han, Jiawei; Fayyad, Usama M. Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96). AAAI Press. pp. 226–231. CiteSeerX 10.1.1.71.1980Freely accessible. ISBN 1-57735-004-9.
14. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с.
15. Jain, Murty, Flynn Data clustering: a review. // ACM Comput. Surv. 31(3), 1999.
16. ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна» // [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.heidelbergcement.ua/uk>
17. Конгаловский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 800 с.: ил. ISBN 5-279-02276-4.
18. Журавлев Ю. И., Рязанов В. В., Сенько О. В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. — М.: Фазис, 2006. ISBN 5-7036-0108-8.

Рукопис подано до редакції 31.03.17

УДК 622.78

Ю.С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В.Г. КУЧЕР, канд. техн. наук,  
В.Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель, Криворожский национальный университет

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА АГЛОМЕРАЦИИ ШИХТЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ КОНЦЕНТРАТЫ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД, ПУТЕМ ИХ НАМАГНИЧИВАНИЯ**

Повышение газопроницаемости слоя шихты за счет её эффективного окомкования, является основным путем увеличения производительности агломерационной машин, а вместе с тем и доменных печей. Эта проблема стала еще более актуальной в связи с возрастающей долей тонких концентратов в агломерационной шихте и практически исчерпанными возможностями окомкователей традиционных конструкций. Необходим поиск новых подходов по дальнейшему совершенствованию технологии и техники для окомкования шихты.

**Целью** данной работы является разработка новых методов повышения эффективности процесса окомкования шихты за счет нетрадиционных подходов к процессу окомкования, что остается важной технологической задачей.

На базе **аналитического анализа** существующих *методов* интенсификация процесса спекания шихты на агломерационных машинах определено новое направление повышения их эффективности. Этим методом является предварительное намагничивание шихты, содержащей ферромагнитные компоненты. Проведен анализ известных способов и устройств, обеспечивающих реализацию этого явления. Эти способы и технологические устройства условно можно разбить на четыре группы: способы и технологические устройства для намагничивания ферромагнитной компоненты шихты в процессе ее дозирования; способы и технологические устройства для намагничивания компонентов шихты непосредственно перед ее смешиванием и окомкованием; технологические устройства для намагничивания шихты в процессе ее смешивания и окомкования; технологические устройства для воздействия магнитным полем на окомкованную шихту при ее загрузке на колосниковую решетку агломерационной машины.

**Научно обосновано** применение интенсификация процесса агломерации шихты, содержащей концентраты железных руд, путем их намагничивания. В результате предварительного намагничивания шихты получают окомкованную шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты, уложенной на колосниковую решетку агломерационной машины, и, как следствие – повышение ее производительности.

**Применение на практике** предварительного намагничивания шихты позволяет получить окомкованную шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты на колосниковой решетке агломерационной машины.

Следствием этого является интенсификация технологического процесса спекания шихты на агломерационной машине и повышение ее производительности.

**Ключевые слова:** агломерационная машина, агломерация, концентрат железной руды, шихта, окомкование, устройства для окомкования, окомкователи, газопроницаемость, намагничивание шихты, магнитные системы, гранулы.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Агломерация железных руд и тонких концентратов перед доменной плавкой позволяет существенно улучшить технико-экономические показатели работы доменных печей, увеличить их производительность [1]. Агломерационный процесс может быть высокопроизводительным и давать качественный агломерат только при условии соответствующей подготовки компонентов шихты к спеканию. На ход

технологического процесса спекания и качество полученного агломерата оказывает влияние ряд факторов: величина помола компонентов шихты, тщательность их смешивания, увлажнения, количество топлива, газопроницаемость шихты, ее гранулометрический состав. Если по минимальному размеру частиц компонентов шихты ограничений не имеется - за исключением твердого топлива, то по условиям технологического процесса существует предельный максимальный размер кусочков компонентов шихты: для рудного материала и возврата это 6-8 мм, а для флюса-известняка - 3 мм; частицы большего размера за 2,0-2,5 мин. воздействия высоких температур не успевают прогреться и усвоиться расплавом и остаются в виде отдельных включений в кусках агломерата, снижая его прочность.

Производительность агломерационных машин характеризуется вертикальной скоростью процесса спекания уложенной на колосниковую решетку шихты, которая зависит главным образом от газопроницаемости слоя шихты. Таким образом, повышение газопроницаемости слоя шихты за счет её эффективного окомкования - основной путь увеличения производительности агломерационной машин. Вместе с тем, в связи с возрастающей долей тонких концентратов в агломерационной шихте - с одной стороны, и практически исчерпанными возможностями окомкователей традиционных конструкций - с другой, необходим поиск новых подходов по дальнейшему совершенствованию технологии и техники для окомкования шихты.

Таким образом, повышение эффективности процесса окомкования шихты остается важной технологической задачей, обеспечивающей интенсификация процесса спекания шихты на агломерационных машинах.

**Анализ исследований и публикаций.** Одним из направлений повышения эффективности процесса окомкования магнетитовых концентратов является предварительное намагничивание шихты [2]. При этом получают окомкованую шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты, уложенной на колосниковую решетку агломерационной машины, и, как следствие – повышение ее производительности. Впервые способ подготовки агломерационной шихты, содержащей магнетитовый концентрат, был предложен работниками Новокриворожского ГОК'а (НКГОК) в 1965 г. [3]. Для улучшения процесса окомкования и повышения газопроницаемости шихты перед окомкованием ее намагничивают в постоянном магнитном поле. Для намагничивания шихты в производственных условиях авторами предложено специальное устройство.

Положительное влияние намагничивания железорудной шихты на производительность агломерационных машин сделали авторы работ [4,5]. Однако в перечне известных способов интенсификации процесса спекания шихты на агломерационных машинах, приведенным в работах [6,7], не названы способы воздействия на шихту магнитным полем, т.е. авторы публикаций явно недооценивают возможности повышения производительности агломерационных машин путем намагничивания шихты.

**Постановка задачи.** Следовательно, несмотря на важность и актуальность проблемы повышения производительности агломерационных машин путем намагничивания шихты, в настоящее время она не нашла достаточно полного практического решения. Целью данной работы является обобщение известных способов и устройств, предназначенных для намагничивания шихты с целью повышения производительности агломерационных машин, а также обоснование новых подходов к данной проблеме.

**Изложение материала и результаты.** Несмотря на отсутствие работ по теоретическому обоснованию влияния намагничивания шихты на повышение производительности агломерационных машин, практическое применение этого явления нашло широкое применение. Известны работы и патенты на изобретения Е.Ф.Вегмана [3], Крижевского А.З., Кучера В.Г. [6-7], Исхакова З.Х., Иванова В.М., Бибикова А.А. [8], Рудь Ю.С., Кучера В.Г., Лободы В.И. [9], в которых приводятся описания различных технологических устройств, использующих явление намагничивания железорудной шихты. Эти способы и технологические устройства условно можно разбить на четыре группы:

Способы и технологические устройства для намагничивания ферромагнитной компоненты шихты в процессе ее дозирования.

Способы и технологические устройства для намагничивания компонентов шихты непосредственно перед ее смешиванием и окомкованием.

Технологические устройства для намагничивания шихты в процессе ее смешивания и окомкования.

Технологические устройства для воздействия магнитным полем на окомкованую шихту при ее загрузке на колосниковую решетку агломерационной машины.

К первой группе способов и технологических устройств, использующих явление намагничивания железорудной шихты, относится, например, способ подготовки шихты для окускования, в котором при дозировании ферромагнитных и неферромагнитных компонентов на подвижный орган сборного конвейера на ферромагнитную составляющую воздействуют магнитным полем в момент дозирования неферромагнитной составляющей. Вектор магнитного поля намагничивающего устройства при этом должен выдерживаться параллельным направлению движения загружаемой на слой неферромагнитной составляющей шихты [10]. По мнению авторов вспучиваемый под действием магнитного поля ферромагнитный слой приобретает разрыхленную игольчатую структуру, а подаваемый сверху измельченный неферромагнитный компонент, например, известняк, бентонит или коксик, равномерно размещается в промежутках между иголками, опыляя их поверхность.

Недостатками этого технического решения являются неконкретность указания места подачи неферромагнитной составляющей на сборный конвейер; практическая невозможность соблюдения условия параллельности направления дозировки неферромагнитной составляющей шихты и вектора напряженности поля индуктора; неопределенность рекомендуемого диапазона напряженности магнитного поля. Отмеченные недостатки снижают эффективность реализуемой по данному способу технологии.

К этой группе относится также способ подготовки железорудной шихты к окускованию, включающий последовательное дозирование компонентов ферромагнитной и неферромагнитных составляющих на общий сборный транспортирующее устройство с одновременной обработкой ферромагнитной составляющей магнитным полем, смешивание и подачу усредненной шихты на устройство окомкования. Подачу неферромагнитных составляющих в слой транспортируемой ферромагнитного материала осуществляют в рабочей зоне открытой разнополярной знакопеременной в направлении движения ферромагнитного материала многополюсной магнитной системы с индукцией магнитного поля от 0,1 до 0,3 Тл. На участке дозирования неферромагнитных составляющих в слой транспортируемого ферромагнитного материала его подвергают вибрационному воздействию. Далее шихту транспортируют вдоль полюсов переменной полярности, помещенных внутрь вращающихся барабанов-роликов открытых магнитных систем, с обеспечением намагничивания, активного перемешивания и усреднения многокомпонентной шихты [11].

К недостаткам этого способа подготовки железорудной шихты можно отнести чрезвычайную сложность его технической реализации в промышленных условиях, низкую эффективность намагничивания шихты с помощью открытой многополюсной магнитной системы, размещенной под конвейерной лентой, так как создать достаточную напряженность магнитного поля постоянными магнитами при больших воздушных зазорах между полюсами и шихтой на конвейерной ленте достаточно сложно; воздействию магнитного поля подвергаются только нижние слои шихты на конвейерной ленте, внутренние объемы шихты экранируются нижними слоями; векторы взаимодействия сил открытой разнополярной знакопеременной многополюсной магнитной системы, сил вибрационного воздействия и сил земного притяжения только в отдельные моменты совпадают, а в остальное время эти силы действуют в разных направлениях и не влияют на процесс окомкования.

Ко второй группе способов и технологических устройств, использующих явление намагничивания железорудной шихты, относится в первую очередь способ и устройству для его реализации по а. с. №231569 [12]. Сущность способа состоит в том, что шихту перед окомкованием намагничивают в постоянном магнитном поле. Устройство для намагничивания шихты представляет собой ярмо, изготовленное из стали толщиной 40 мм и шириной 400 мм [14-15]. Форма ярма соответствует форме поперечного сечения ленты конвейерного питателя, под которым устройство установлено. К ярму крепят восемь постоянных магнитов, используемых в магнитных сепараторах типа ПМБ-4П и 167А-СЭ. Применение этих магнитов позволяет достичь в воздушном зазоре напряженности магнитного поля 900-1200 Э. Для предотвращения снижения напряженности магнитного поля в результате налипания на магниты частичек концентрата,

пространство между магнитами заполняется диамагнитным материалом – диабазовым порош-ком, разведенным жидким стеклом.

Использование этого способа в промышленности обеспечивает улучшение процесса окомкования шихты, повышение газопроницаемости материала за счет создания флокульной структуры после намагничивания, что дает возможность получать более прочные гранулы. Влияние намагничивания шихты на производительность агломерационных машин авторы исследовали на агломерационной машине №6 агломерационного цеха №2 НКГОК. Исследования показали, что производилась агломерационной машины повысилась на 3%.

К недостаткам описываемого способа подготовки агломерационной шихты, как и предыдущего, можно отнести низкую эффективность намагничивания шихты с помощью открытой многополюсной магнитной системы, размещенной под конвейерной лентой. Намагничиванию подлежат только нижние слои шихты, находящейся в постоянном магнитном поле. Внутренние объемы шихты экранируются нижним слоем и поэтому не подвергаются воздействию магнитного поля. Тем более, что создать необходимую напряженность магнитного поля постоянными магнитами при больших воздушных зазорах между полюсами и шихтой на конвейерной ленте достаточно сложно.

К третьей группе способов и технологических устройств, использующих явление намагничивания железорудной шихты, относятся барабанные окомкователи шихты, которые отличаются друг от друга в основном местом установки магнитной системы. Так в барабанном окомкователе, содержащем загрузочную часть, немагнитный корпус и магнитную систему, которая размещена под нижней частью барабана в сторону его вращения, установлены магниты с чередованием полярности на расстоянии от вертикальной оси, равном углу  $70-110^\circ$  [13]. По мнению авторов описываемый барабанный окомкователь обеспечивает повышение производительности и прочности окатышей за счет вовлечения в активное движение и перемещение всей массы сыпучего материала как в фазе подъема, так и в фазе ссыпания, а также увеличения скорости движения его к внутренней поверхности барабана. Вследствие чего материал ссыпается вниз лишь в точке, где действие магнитной системы заканчивается. Из-за того, что магнитная система имеет чередующуюся по направлению движения барабана полярность, при движении материала от одного полюса к другому происходит переориентация магнитных частиц и их перемещение относительно друг друга.

Недостатком барабанного окомкователя является его низкая эффективность из-за невозможности намагничивания всего объема шихты, находящегося в устройстве, так как при любом режиме работы толщина слоя перекачиваемого материала достигает 1000 мм и более. Кроме того, изготовление барабана из диамагнитного материала значительно усложняет конструкцию и увеличивает его стоимость.

Авторы статьи с целью повышения эффективности процесса окомкования предложили устройство для окомкования шихты, содержащее рабочую емкость в виде барабана или чаши, привод ее вращения, опоры, раму, загрузочный, разгрузочный и очистной узлы и магнитную систему, которая выполнена в виде закрепленной в подшипниковом узле опорной балки вала с насаженными на него кольцевыми магнитами. Подшипниковый узел закреплен с возможностью его перемещения в правом нижнем квадранте емкости для окомкования в плоскости, перпендикулярной его оси [14]. В процессе движения шихты в барабанном окомкователе центр тяжести загрузки - "почка" остается на одном месте. Под воздействием магнитного поля железорудная часть шихты, расположенная в зоне «почки», собирается в комочки и стягивается магнитными силами в гранулы-зародыши. Таким образом, магнитное поле является дополнительным источником образования зародышей окатышей, что приводит к повышению производительности окомкователя. Кроме того, магнитное поле воздействует также на процессы роста окатышей и массообмена между ними. При этом рост окатышей происходит под действием трех факторов. Во-первых, влага, находящаяся в шихте, за счет сил капиллярного давления стягивает ее частицы в комочки и обеспечивает последующее укрупнение гранул; во-вторых, окатыши уплотняются под действием собственного веса, перекачиваясь по внутренней поверхности емкости для окомкования. Третьим фактором, способствующим интенсификации процесса окомкования, является напряженность поля магнитной системы. Зародыши и железорудная мелочь шихты, попадая в зону магнитного поля системы, намагничиваются, что способствует налипанию на зародыши железорудной части не окомкованной шихты.

Таким образом, магнитное поле системы усиливает воздействие на комочки шихты первых двух факторов - воздействия влаги и сил гравитации, обеспечивая стягивание частиц в зародыши и укрупнение гранул в процессе массообмена, что приводит к увеличению производительности окомкователя и повышению прочности окатышей.

К недостаткам предложенного барабанного окомкователя можно отнести недостаточную интенсивность намагничивания шихты, зарастание магнитной системы ферромагнитным материалом, очистка которого связана с определенными трудностями.

К четвертой группе способов и технологических устройств, использующих явление намагничивания железорудной шихты, относятся, устройства, магнитные системы которых располагаются внутри загрузочных барабанов, изготовленных из диамагнитного материала, что исключает непосредственный контакт магнитной системы с шихтой. Так, например, авторы данной статьи предложили устройство для загрузки шихты на агломерационную машину, которое состоит из бункера, барабанного питателя с обечайкой из диамагнитного материала, загрузочного лотка и магнитной системы с чередующейся полярностью магнитов, размещенной неподвижно внутри барабанного питателя [15]. Между магнитной системой и обечайкой барабанного питателя соосно с ними размещен экран, выполненный из магнитомягкого материала в виде пустотелого цилиндра с продольными сквозными щелями, шаг которых равен шагу магнитной системы, а ширина сегментов цилиндра равна  $0,83-1,33$  ширины магнитного полюса.

Для обеспечения равномерного намагничивания слоя шихты, находящегося на наружной поверхности обечайки барабанного питателя, напряженность магнитного поля постоянная вдоль полюсного шага магнитной системы. При этом отношение ширины полюса магнитной системы к ширине зазора между магнитами равно  $1,2$ . Эффект экранирования проявляется достаточно четко при ширине цилиндрического сегмента, равной ширине зазора между полюсами магнитов. В этом случае основная часть магнитных силовых линий полюсов магнитной системы замыкается через цилиндрический сегмент экрана. Для обеспечения максимального эффекта намагничивания шихты цилиндрические экранирующие сегменты экрана располагаются по оси полюсов магнитов магнитной системы, поэтому шаг расположения сегментов и щелей экрана выбирается равным полюсному шагу магнитной системы. В случае нахождения цилиндрических сегментов экрана над полюсами магнитной системы происходит уменьшение воздушного зазора «полюс–шихта» и его магнитного сопротивления, что приводит к увеличению магнитной напряженности на поверхности обечайки барабанного питателя.

Шихта подвергается воздействию магнитного поля повышенной напряженности, происходит ее намагничивание и притяжение к диамагнитной обечайке барабанного питателя в месте расположения полюсов магнитной системы. Причем, крупные гранулы, содержащие большее количество ферромагнитного материала, притягиваются к обечайке барабанного питателя с большей силой, чем мелкие фракции, которые имеют меньшее содержание ферромагнитного материала и большее содержание топлива. За счет вращения экрана со скоростью, отличной от скорости вращения обечайки барабанного питателя, цилиндрические сегменты экрана перемещаются в межполюсное пространство магнитной системы. При этом происходит шунтирование магнитного потока и шихта под действием сил гравитации и трения перемещается по наружной поверхности обечайки барабанного питателя, сохраняя неизменной форму гранул. При дальнейшем перемещении сегментов экрана процесс повторяется.

В процессе перемещения шихты вдоль периферии обечайки барабанного питателя происходит многократное ее перемагничивание и значительная часть крупных гранул перераспределяется ближе к обечайке барабанного питателя. При выходе шихты из зоны действия магнитной системы, она поступает на лоток, где крупные фракции шихты располагаются в верхнем слое потока шихты, а мелкие - в нижнем. Такая структура потока шихты на лотке обеспечивает оптимальное распределение крупности в слоях шихты, уложенной на колосниковую решетку агломерационной машины.

Вследствие применения магнитной системы высокой напряженности перераспределение крупности происходит значительно эффективнее, чем в аналогичных известных устройствах.

Кроме того, за счет разности скорости вращения обечайки питателя и экрана перемещение шихты происходит без разрушения гранул в момент шунтирования магнитного поля.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Показано, что одним из перспективных направлений повышения эффективности процесса окомкования магнетитовых концентратов является предварительное намагничивание шихты. Проведен анализ известных способов и устройств, обеспечивающих реализацию этого явления. Применение на практике предварительного намагничивания шихты позволяет получить окомкованную шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты на колосниковой решетке агломерационной машины. Следствием этого является интенсификация технологического процесса спекания шихты на агломерационной машине и повышение ее производительности.

#### Список литературы

1. [http://emchezgia.ru/syrve/8\\_aglomeratsiya.php](http://emchezgia.ru/syrve/8_aglomeratsiya.php). [Электронный ресурс].
2. Вегман Е.Ф. Теория и практика агломерации [Текст] / Е.Ф. Вегман. – М.: Металлургия, 1967. – 368 с.
3. Патент RU 231569. Способ подготовки агломерационной шихты.
4. Исаков З.Х. Исследование влияния намагничивания шихты на производительность агломерационных машин [Текст] / З.Х. Исаков, В.М. Иванов, А.А. Бибииков // Обогащение руд. – 1975. – Вып. 1. – С. 40-42.
5. Иванов В.М. Загрузка шихты на агломашину барабаном с магнитной системой [Текст] // Металлург. – 1979. – №9. – С. 11-13.
6. Губанов В.И. Справочник рабочего-агломератчика [Текст] / В.И. Губанов., А.М. Цейтлин. – Челябинск: Металлургия, 1987. – 207 с.
7. Новак С.Б. Теория и практика управления агломерационным процессом [Текст] / С.Б. Новак, Н.И. Гармаш, В.А. Мартыненко. – Кривой Рог, 2006. – 213 с.
8. Крижевский А.З. Влияние намагничивания шихты на производительность агломерационных машин [Текст] / А.З. Крижевский, В.Г. Кучер // Бюллетень ЦНИИ ИТ-ЭИЧМ. - №3 (671), 1972. - С. 21-23.
9. Рудь Ю.С. Интенсификация процесса окомкования железорудных шихт при использовании встроенных магнитных систем [Текст] / Ю.С. Рудь, В.Г. Кучер, В.И. Лобода // Интенсификация процессов окускования рудных материалов. – К.: Наукова думка, 1987. – 170 с.
10. Патент SU №763479. Способ подготовки железорудной шихты для окускования. - 1980.
11. Патент RU 2301273. Способ подготовки железорудной шихты к окускованию. – 2005.
12. Патент RU 231569. Способ подготовки агломерационной шихты. – 1965.
13. Патент SU 709704. Барабанный окомкователь. – 1980.
14. Патент SU 1171547. Устройство для окомкования шихты. – 1985.
15. Патент UA 102076. Пристрій для завантаження шихти на колосникові грати агломераційної машини. – 2015.

Рукопись поступила в редакцию 15.04.17

УДК 614.894.3:622.012

Н.Ю.ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., Т.А.КОМИСАРЕНКО, О.В.НЕСТЕРЕНКО, М.В.ДОМНИЧЕВ, кандидаты техн. наук, доценты, І.А.НЕСТЕРЕНКО, магістрант Криворізький національний університет

### ОГЛЯД РЕСПІРАТОРІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ В ГІРНИЧОРУДНІЙ ГАЛУЗІ

**Мета.** Метою даної роботи є проведення аналізу існуючих респіраторів, що використовуються в гірничорудній промисловості та впровадження нових моделей

**Методи дослідження.** Теоретичний метод дослідження на основі коригування нових і отриманих раніше знань, базою для отримання даних є спостереження та експерименти.

**Наукова новизна.** Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Її метою є прикладне дослідження зменшення впливу пилу на працівників при застосуванні різних респіраторів.

**Практична значимість.** Запропоновано використання нових фільтруючих матеріалів для респіраторів з метою зменшення пилового навантаження на організм працюючого в шкідливих умовах.

**Результати.** Вплив виробничих шкідливих факторів обумовлює формування несприятливих реакцій організму, погіршення стану здоров'я, втрати працездатності. Важливу роль у зменшенні нещасних випадків і професійних захворювань відіграє розробка і впровадження колективних засобів захисту: санітарно-гігієнічних, технічних та інших