

**СВЕРДЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

---

На правах рукописи

**В. А. ГАВРИЛОВА**

**ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА  
В ПРОИЗВОДСТВЕ ГЛИНОЗЕМА МОКРЫМ  
ЩЕЛОЧНЫМ СПОСОБОМ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

**г. СВЕРДЛОВСК  
1958 г.**

На правах рукописи

В. А. ГАВРИЛОВА

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА  
В ПРОИЗВОДСТВЕ ГЛИНОЗЕМА  
МОКРЫМ ЩЕЛОЧНЫМ СПОСОБОМ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СВЕРДЛОВСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
ИНСТИТУТ

(Директор института — профессор А. Ф. ЗВЕРЕВ).

ИЗ КАФЕДРЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА (Зав. кафедрой —  
доцент В. А. ЛИТКЕНС).

Научный руководитель — доцент В. А. ЛИТКЕНС.

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук,  
профессор С. В. МИЛЛЕР.

Канд. мед. наук Л. Н. БЕЛЯЕВА.

Автореферат разослан 25. III 1958 г.

Защита диссертации состоится 25. IV 1958 г.

в Ученом Совете Свердловского Медицинского института  
в большой аудитории в 15 часов.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Медицинского института.

Адрес института: Площадь Коммунаров, главный учеб-  
ный корпус.

Производство глинозема является одним из молодых производств в мировой экономике и возникло в СССР в годы первых пятилеток.

Глинозем используется в различных отраслях промышленности — алюминиевой, абразивной, стекольной; в производстве фтористых солей, алюминиевых квасцов; в некоторых специальных химических производствах и др. Наибольшее его народнохозяйственное значение связано с применением в качестве единственного исходного материала для производства алюминия — одной из важнейших отраслей советской тяжелой индустрии. Производство глинозема-алюминия растет такими быстрыми темпами, каких не имеет ни один из других цветных металлов; при этом больше 80% глинозема дают алюминиевые заводы Урала. Решениями XX съезда КПСС планируется дальнейшее увеличение производства алюминия в 1960 году в 2,1 раза по сравнению с 1955 годом. В связи с этим предусматривается дальнейшее расширение действующих и строительство новых глиноземных предприятий.

Получение глинозема из алюминиевых руд наиболее распространенными — щелочными способами связано с возникновением ряда неблагоприятных в гигиеническом отношении профессионально-производственных факторов. Заболеваемость рабочих, занятых в производстве глинозема и составляющих численно значительную группу в алюминиевой промышленности, на протяжении ряда лет отличается повышенными показателями. Однако условия труда в производстве глинозема, особенно при использовании мокрого щелочного способа, преобладающего в алюминиевой промышленности, почти не изучены, и меры их оздоровления мало разработаны.

Все это послужило основанием к постановке специальных исследований, имевших своей задачей характеристику санитарно-гигиенических условий труда, изучение их влияния на организм рабочих, занятых при получении глинозема мокрым щелочным способом, и обоснование системы оздоровительных мероприятий.

Поставленные задачи потребовали проведения на протяжении ряда лет исследований с использованием основных методов гигиенического изучения производства, охватывающих трудовые процессы и технологию, производственную среду и ее влияние на здоровье работающих. Комплексные гигиенические и физиологические, клинические и санитар-

но-статистические исследования дали основание для санитарно-гигиенической характеристики производства глинозема мокрым щелочным способом.

### Основные особенности технологии с точки зрения гигиены труда

Получение глинозема мокрым щелочным способом представляет сложный многоступенчатый процесс, в котором условно можно выделить три отличные по технологии и по гигиенической характеристике основные этапы:

сухая подготовительная переработка исходного сырья путем последовательного дробления с перемещением и многократной перегрузкой больших масс сыпучих, зимой—холодных материалов;

извлечение гидрата окиси алюминия путем многостадийной гидрохимической переработки измельченной руды и промежуточных продуктов в горячих концентрированных растворах каустической соды;

получение конечного продукта—обезвоженного глинозема путем прокаливания во вращающихся печах порошкообразного гидрата окиси алюминия в смеси с оборотной пылью.

На каждом из этих этапов имеются свои особенности, связанные прежде всего с возникновением неблагоприятных метеорологических условий, а также с образованием производственных аэрозолей.

Наибольшее своеобразие в гигиеническом отношении и наиболее важное значение для оздоровления условий труда представляют особенности технологии получения гидрата окиси алюминия, при котором занято свыше 2/3 от общего числа работающих в производстве. Гидрохимические процессы сопровождаются непрерывным выделением тепла и влаги от большого числа разнообразных аппаратов и весьма разветвленной сети коммуникаций.

Суммарное выделение производственного тепла составляет от 817.500 до 11.150.000 к/кал в час в различных отделениях, создавая в них неодинаковую удельную тепловую нагрузку. В отделении мокрого размола, где тепловая нагрузка на кубический метр здания составляет 45—57 к/кал в час, свыше половины всего тепла выделяется от шаровых мельниц с классификаторами. В отделении выщелачивания при удельной тепловой нагрузке в 84—99 к/кал больше половины тепла выделяется с поверхности коммуникаций и примерно 45% —от аппаратов—автоклавов, сепараторов и др. В отделениях

сгущения и выкручивания (декомпозиция), в которых удельная тепловая нагрузка составляет 23—36 ккал, свыше 70% тепла выделяется многочисленными баковыми аппаратами. В отделении выпарки при тепловой нагрузке в 102—160 ккал больше 90% тепла выделяется от выпарных аппаратов.

Большие выделения производственной влаги в воздух гидрохимических отделений связаны, в первую очередь, с непрерывным открытым перемещением массы различных горячих жидкостей через классификаторы, мельницы, распределители, фильтры; с открытым водяным орошением обширных нагретых поверхностей аппаратов для их охлаждения; с систематическим открыванием и с недостаточной герметичностью аппаратов и коммуникаций при закрытой переработке и перемещении горячих растворов и пульпы. Более других насыщается влагой воздух отделений мокрого размола, сгущения и выкручивания. Содержание влаги в аэрационном воздухе, уходящем из этих отделений, превышает влагосодержание приточного воздуха в среднем на 7,0—5,0 г/м<sup>3</sup> воздуха при 1,2 г/м<sup>3</sup> в отделении выщелачивания.

Массивным выделением тепла, в значительной части—лучистого, сопровождается процесс кальцинации гидроокиси алюминия. Суммарные тепловыделения, источником которых служат, главным образом, вращающиеся прокалочные печи, составляют 7500000—8170000 ккал в час и создают тепловую нагрузку на кубический метр здания в 76,3—83,0 ккал в час.

Процесс получения глинозема во всех своих стадиях, в основном, механизирован и непрерывен. Трудовая деятельность рабочих основных профессий характеризуется выполнением, по преимуществу, функций контроля и регулирования технологических процессов. Однако контроль многочисленных параметров и регулирование большинства гидрохимических процессов не автоматизированы. Осуществление их связано с ручным отбором проб из аппаратов, определением уровня и температуры содержимого в них, с ручным управлением многочисленными вентилями и задвижками. Такая организация управления технологией связана с частым и длительным пребыванием рабочих у нагретого оборудования, у открытых люков аппаратов, влечет непосредственный контакт с горячими щелочными металлами. Манипуляции с задвижками и вентилями у рабочих, обслуживающих автоклавы периодического действия, занимают до 37% рабочего времени, а общая продолжительность их пребывания у горячего оборудования на протяжении рабочего дня достигает 85%.

Отдельные трудовые операции, связанные с разгрузкой некоторых аппаратов периодического действия, с очисткой оборудования и т. п., требуют приложения значительных физических усилий. Так, трудоемкие операции, связанные с обслуживанием фильтров периодического действия, занимают до 40% рабочего времени фильтр-прессовщика и до 60% рабочего дня его подручного. Тяжелую и трудоемкую работу по очистке аппаратов выполняют рабочие специальной бригады, которые при этом находятся внутри аппаратов до 44 — 75% своего рабочего дня, часто в вынужденном неудобном положении тела в условиях повышенной температуры воздуха, загрязненного вредными выделениями.

В соответствии с различным характером технологических процессов производство глинозема размещается обычно в зданиях, группирующихся в три блока. Блок подготовки сырья объединяет неотапливаемый склад сырья и отапливаемые дробильные отделения, соединяющиеся транспортерными галереями. Основные гидрохимические процессы, как правило, komponуются в одном производственном здании, представляющем сочетание многопролетных помещений разной высоты. В этом здании на площади почти квадратной конфигурации располагаются во много рядов многочисленные каскадно поставленные нагретые аппараты больших вертикальных размеров. В отдельном здании — блоке кальцинации — размещаются параллельными рядами вращающиеся барабанные прокалочные печи и в обособленных помещениях того же здания устройства для пылеочистки газов.

Воздухообмен в производственных зданиях осуществляется за счет организованного естественного проветривания, регулируемого, в основном, посезонно. Кратность воздухообмена в гидрохимических отделениях в теплый период года, как показали исследования воздушно-теплового баланса, составляла от 4,7 — 5,8 в отделениях сгущения и выкручивания до 23 обменов в час в отделении выпарки и сокращалась в 1,5 — 4,5 раза в холодное время года. В отделении кальцинации кратность воздухообмена характеризовалась незначительными сезонными колебаниями — от 12,2 в холодное время года до 14,4 — 16,6 обменом в час в теплый период года. Многорядное расположение многочисленных аппаратов больших размеров в гидрохимических отделениях, прокалочных печей — в отделении кальцинации при почти квадратной конфигурации зданий делает малодоступными для естественного притока удаленные от боковых воздухопроемов участки поме-

щений. Принятая компоновка гидрохимических процессов в одном здании снижает гигиенический эффект аэрации отделений с наибольшими тепловыми избытками, размещенных в наиболее высоких участках здания, вызывая приток в последние отработавшего воздуха, нагретого, обогащенного влагой и загрязненного щелочными аэрозолями (например, до 41,6% всего объема притока в теплое время года и до 58% — в холодный период — в отделениях выщелачивания).

Особенности технологии определяют характер и значение метеорологических условий, как одного из основных гигиенических факторов при получении глинозема мокрым щелочным способом.

### **Микроклимат производственных помещений**

**На первой стадии производства** — в блоке сухой подготовительной обработки руды — в холодный период года переработка и перемещение больших масс холодных материалов вызывает систематическое охлаждение помещений. Рабочие подвергаются действию охлаждающего микроклимата не только в неотапливаемом складе руды, но и в отапливаемых дробильных отделениях. В теплый и переходный период года микроклимат рабочих помещений блока мало отличается от внешних метеорологических условий.

Во всех других стадиях глиноземного производства преобладают метеорологические условия нагревающего характера даже при наличии значительного воздухообмена.

**В блоке гидрохимических отделений** микроклимат характеризуется сочетанием повышенной температуры воздуха с высокой влажностью при малой его подвижности. В холодный период года температура воздуха в основных рабочих зонах больше, чем в половине наблюдений, колебалась в пределах 23 — 31°. Относительная влажность воздуха, как правило, превышала 60 %, наиболее часто составляя 81—100 %. Сочетания температуры воздуха в 18 — 23° с относительной влажностью не более 80 %, допускаемые санитарными нормами для таких производственных условий, отмечены только в 22,5 % наблюдений.

В теплое время года температура воздуха еще более повышалась и в 40,7 % наблюдений колебалась в пределах 31—45°. Сочетания температуры и относительной влажности воздуха, соответствующие «условиям ненарушенного теплового баланса» (Вите и Шахбазян), отмечались всего лишь в 15,6 % наблюдений.

Затруднение теплоотдачи, возникающее у рабочих под влиянием нагревающего действия воздушной среды, усиливается в связи с частым пребыванием рабочих в непосредственной близости к оборудованию, температура поверхностей которого заметно превышает температуру кожи человека. Подвижность воздуха, составляющая в подавляющем числе измерений (65,6 %) 0,2 м/сек и меньше, недостаточна, чтобы корригировать нагревающее действие метеорологических комплексов в гидрохимических отделениях.

В связи с неудовлетворительным объемно-планировочным решением здания мокрого блока, затрудняющим эффективную организацию его проветривания, температура воздуха во все времена года характеризовалась неравномерностью показателей в различных зонах. Летом она нарастала от наружных стен в глубь здания, например, в отделении выкручивания от 26,3° до 33°. Зимой это повышение температуры в помещении отделения выщелачивания составляло в среднем 8,9°. В теплый период года температура воздуха в рабочих зонах превышала наружную в 82,2 % измерений на 6—10° и более. Температурные перепады в разных отделениях составляли, в среднем от 8,3° до 14,3°.

Метеорологические условия, создающиеся в гидрохимических отделениях, вызывают выраженное напряжение процесса терморегуляции у рабочих, о чем свидетельствуют функциональные сдвиги, связанные с изменением водного обмена. Исследование водного обмена проводилось по Маршаку у 28 практически здоровых стажированных рабочих основных профессий на протяжении 63 рабочих смен. У всех рабочих усиливалось потоотделение и уменьшалось выделение мочи. Выделение пота за смену достигало 5,5 кг, составляя в среднем 2,145 кг. Повышенное потребление воды чаще всего (53 наблюдения из 63) не компенсировало потери влаги из организма. Отрицательный водный баланс достигал 3,5 кг, в половине наблюдений составляя 1 — 2 кг. Перестройка в водном обмене резко выражена у рабочих тех профессий, труд которых протекает в наиболее нагревающих метеорологических условиях (автоклавщики), а также при работе, связанной со значительными мышечными напряжениями (фильтр-прессовщики, слесари). Сдвиги в водном обмене несколько более выражены при работе в дневной смене, на протяжении которой температура воздуха достигает наиболее высокого уровня.

**В отделении кальцинации** производственный микроклимат в теплое время года характеризуется высокой температу-

рой малоподвижного воздуха при наличии тепловой радиации больше 1 кал/кв. см. В минуту в основных зонах обслуживания прокалочных печей. Температура воздуха нарастает от крайних печей в глубь здания, в среднем, на 5,4°. Зимой устойчиво сохраняется повышенная температура воздуха на участках питания прокалочных печей. В то же время в зонах разгрузки и транспорта глинозема создается опасность охлаждения рабочих. В зоне обслуживания топливных головок прокалочных печей имеют место резкие колебания температуры воздуха, выходящие за пределы благоприятных, по Койранскому, колебаний.

Наряду с неблагоприятными метеорологическими условиями при получении глинозема мокрым щелочным методом рабочие подвергаются воздействию производственных аэрозолей.

### Производственные аэрозоли

Все аэрозоли производства представляют полидисперсные системы с подавляющим преобладанием мелких фракций: 93,9 — 97 % пылевых частиц в препаратах, полученных горизонтальным экранированием, составляют частицы размером до 5 микронов, в числе которых наиболее тонкая фракция с размером частиц до 1 микрона составляет 70,8—76,4 %. Вместе с этим на разных этапах производства аэрозоли характеризуются известным своеобразием, отличаясь по своему агрегатному состоянию, по своему химическому и минералогическому составу.

В стадии сухой подготовительной переработки руды и в завершающей стадии производства — кальцинации гидроокиси алюминия — выделяются аэрозоли дезинтеграции с твердой дисперсной фазой. Пыль руды содержит в своем составе преимущественно соединения алюминия (до 46,9 %) и железа (до 19,9 %), а также кремния (при незначительном количестве кварца), ничтожные примеси редких элементов, и др. При переработке трудно вскрывающихся бокситов в состав пыли в значительном количестве входит обожженная известь (до 86 %). Пыль, выделяющаяся в процессе кальцинации, представляет чистый глинозем — амфотерную окись алюминия. Кристаллооптический анализ осевшей пыли показал, что около 40 % пыли глинозема составляет альфа-глинозем, разновидность окиси алюминия, отличающаяся большой химической стойкостью, не растворяющаяся ни в кислотах, ни в щелочах, не гигроскопичная,

обладающая высокими абразивными свойствами. Около 50 % составляет гамма-глинозем и около 10 % гидрат окиси алюминия, которые, в отличие от альфа-глинозема, легко растворяются в кислотах и щелочах и обладают гигроскопичностью. Концентрации пыли при подготовительной переработке руды и при кальцинации гидроокиси алюминия исчислялись десятками и сотнями миллиграммов в кубическом метре воздуха. Исследования показали, что наиболее важным и наиболее общим фактором, влияющим на интенсивность пылеобразования на обоих этапах, служит различная влажность перерабатываемых материалов. Можно также предположить, что на пылеобразующие свойства руды оказывает влияние агрегатное состояние воды в материалах. Другим существенным фактором, влияющим на уровень запыленности воздуха при подготовительной переработке бокситов, является степень дезинтеграции пылящих материалов.

Специфическим для гидрохимических отделений является выделение аэрозолей с жидкой дисперсной фазой, представляющих щелочной туман диспергированных растворов и пульпы. Имеет место образование щелочных аэрозолей вторичного происхождения с твердой дисперсной фазой. Важнейшую основу щелочных аэрозолей, выделяющихся при всех гидрохимических процессах, представляют суспензии плотных частиц в щелочных растворах или щелочные растворы как таковые: в стадии мокрого размола — взвесь тонкоизмельченной руды в растворе каустической соды; в стадии выщелачивания — взвесь нерастворимых примесей руды в растворах каустической соды и алюмината натрия; в отделении сгущения и фильтрации — пульпа, разделяющаяся в ходе ее переработки на чистый раствор щелочного алюмината натрия и шлам; в отделении декомпозиции — взвесь гидрата окиси алюминия в растворе каустической соды; в процессе приготовления оборотных растворов — растворы каустической соды со значительным содержанием в них алюминия. Решающее влияние на уровень концентрации щелочей в воздухе рабочих помещений оказывают прежде всего содержание щелочи в исходных материалах и температура последних. При мокром размолу руды и выщелачивании бокситовой пульпы чаще наблюдались концентрации выше  $1,0 \text{ мг/м}^3$  — от 1,2 до  $2,93 \text{ мг/м}^3$  в среднем, а при сгущении красного шлама, декомпозиции алюминатных растворов и выпарке — ниже  $1,0 \text{ мг/м}^3$  — в среднем от 0,51 до  $0,94 \text{ мг/м}^3$ . Но и в этом случае преобладали концентрации выше  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , рекомендо-

ванных нами в качестве ориентировочной предельно допустимой концентрации для щелочных аэрозолей глиноземного производства. Существенное влияние на уровень концентрации щелочи в воздухе оказывают также условия воздухообмена.

Выделение аэрозолей в производстве глинозема связано, в основном: с открытым ведением ряда процессов во всех стадиях производства — сухой подготовительной обработкой руды, транспорта исходных материалов и некоторых промежуточных продуктов, мокрого измельчения руды, классификации бокситовой пульпы, фильтрации растворов и других; с частым открыванием аппаратов для контроля гидрохимических процессов; с негерметичностью многих закрытых аппаратов и устройств, как в стадии кальцинации, так и особенно в стадии гидрохимических процессов; с пульсацией давления в замкнутом оборудовании, например, в прокалочных печах и др.

#### **Заболееваемость и некоторые данные обследования здоровья рабочих, занятых в производстве глинозема**

В целях изучения влияния производственной среды на состояние здоровья рабочих была подвергнута статистическому исследованию заболееваемость с временной утратой трудоспособности по уточненным данным формы 3—1 за 10 лет и по материалам углубленной разработки заболееваемости за 4 года.

Уровень заболееваемости рабочих глиноземного производства на протяжении многих лет—с 1943 по 1956 год—превышает уровень заболееваемости работающих на алюминиевом заводе в целом. Интенсивные показатели частоты заболееваний и числа дней нетрудоспособности у глиноземщиков превышали соответствующие показатели по заводу в среднем на 16,1 и 10,4 %; в отдельные годы эти различия достигают соответственно 34,6 % и 19,3 %. Между тем, половой и возрастной состав работающих в глиноземном производстве характеризуется значительной численностью групп, дающих обычно более низкие показатели заболееваемости. Весьма значительный удельный вес в общем составе работающих (46,7 %) занимают женщины, преимущественно молодого возраста, обычно болеющие реже. Младшие и старшие возрастные группы, от численности которых в составе рабочих в значительной мере зависят показатели заболееваемости, в глиноземном производстве представлены небольшим коли-

чеством работающих. Анализ заболеваемости работающих в производстве глинозема и на алюминиевом заводе в целом дает основание для характеристики заболеваемости глиноземщиков как повышенной в связи с санитарными условиями труда. Об этом же свидетельствуют и различия в динамике заболеваемости. Показатели ее в обеих сопоставляемых группах отчетливо снижаются после 1947 года. Но снижение заболеваемости, особенно частоты ее, у глиноземщиков происходит более медленными темпами, и размеры снижения менее значительны. В то время, как общезаводские интенсивные показатели снижались на 28,9 % по числу заболеваний и на 32,8 % по числу дней временной нетрудоспособности, среди глиноземщиков снижение составляло соответственно 19,3 и 28,5 %. Стандартизованные по полу и возрасту показатели заболеваемости подтверждают повышенный ее уровень во всех трех профессионально-производственных группах глиноземщиков.

Анализ показателей заболеваемости рабочих теми болезнями, которые, согласно литературным данным, могут быть в какой-то мере связаны с действием на организм неблагоприятных метеорологических условий и производственных аэрозолей, показал, что наибольший удельный вес в структуре заболеваемости глиноземщиков занимают болезни, в происхождении которых существенную роль играет влияние простудного фактора (37,1 %). Значителен удельный вес болезней органов пищеварения (12,8 %), среди которых следует отметить повышенную частоту хронических заболеваний желудка и кишечника. Повышена также заболеваемость рабочих болезнями внешних покровов (13,9%) — кожи и конъюнктивы. Больше половины всех производственных травм у рабочих гидрохимических отделений происходит в результате ожогов щелочными растворами и пульпой. В группе рабочих кальциации значителен удельный вес термических ожогов горячим глиноземом и оборотной пылью.

Ценным критерием в характеристике влияния производственной среды на здоровье рабочих служат данные о патологии верхних дыхательных путей, которые в первую очередь подвергаются действию аэрозолей, образующихся на всех стадиях производства глинозема.

Оториноларингологическому обследованию были подвергнуты рабочие, отобранные нами на основе санитарных характеристик профессий и профессионального анамнеза каждого обследуемого с учетом пылевого стажа и других факто-

ров, могущих оказать влияние на состояние дыхательных путей. Обследованных можно разделить на три группы: рабочие, постоянно занятые в атмосфере, содержащей щелочные аэрозоли гидрохимических отделений («щелочная группа»); рабочие, находящиеся в условиях постоянного воздействия пыли глинозема («глиноземная группа»); рабочие, систематически занятые в атмосфере воздействия пыли бокситов («бокситовая группа»).

Сравнительное исследование состояния верхних дыхательных путей у 499 глиноземщиков и 100 человек контрольной группы установило, что хронические катары верхних дыхательных путей среди всех обследованных рабочих производственной группы в целом встречаются значительно чаще, чем в контрольной группе: риниты в 10,4 раза, фарингиты — в 6,5 раза и ларингиты — в 5,8 раза. При этом патологические изменения в более глубоких отделах дыхательного тракта встречаются несколько реже, чем в начальном его отрезке. Если принять частоту катаров носовой полости за 100 %, то в области зева она составит 94,6 % и в области гортани — 80,9 %. Материалы исследования показывают, что с увеличением пылевого стажа увеличивается частота хронических катаров у рабочих, в том числе и у рабочих молодого возраста. Одновременно меняется характер патологических изменений: после восьми лет работы в производстве преобладающей становится атрофическая форма катаров.

Сравнение материалов обследования рабочих трех профессионально-производственных групп показывает, что патология верхних дыхательных путей встречается наиболее часто и в наиболее выраженной степени у рабочих, подвергающихся влиянию пыли глинозема. Пыль глинозема обладает патогенным действием не только в отношении верхних дыхательных путей. Исследованиями клиники Свердловского института гигиены труда и профпатологии (Гирская) у ряда рабочих «глиноземной группы» с пылевым стажем выше семи лет выявлено наличие одной из разновидностей пневмокониоза — алюминоза. Наиболее выраженное патогенное действие пыли глинозема, по-видимому, связано с ее фиброгенными свойствами и с особой массивностью концентраций в условиях отделения кальцинации.

Хронические катары носа, зева и гортани среди рабочих «щелочной группы» встречаются несколько реже, чем у рабочих пылевых групп. Но различия эти невелики, и частота патологических изменений слизистых оболочек в «щелочной

группе» достигает высокого уровня во всех отделах верхних дыхательных путей. Это обстоятельство имеет тем большее значение для оценки вредного действия щелочных аэрозолей глиноземного производства, что концентрации их в воздухе рабочих зон, измеряемые миллиграммами и долями миллиграмма, во много раз ниже концентраций пыли глинозема и руды, измеряемых десятками и сотнями миллиграммов в кубическом метре воздуха. Роль щелочных аэрозолей, как этиологического фактора в патологии верхних дыхательных путей, подтверждается данными о некоторых различиях в частоте и интенсивности патологических изменений в зависимости от уровня концентраций щелочи в воздухе рабочих помещений. У работающих при средних концентрациях выше  $1,0 \text{ мг/м}^3$  хронический ринит встречается на 6,2 % чаще, чем у работающих при концентрациях ниже  $1,0 \text{ мг/м}^3$ . Атрофический ринит в первой группе отмечается чаще гипертрофического на 22,5 %, в то время как во второй группе гипертрофическая форма преобладает над атрофической больше, чем в два раза.

Большая частота катаров полости носа, зева и гортани у обследованных рабочих производственной группы в сравнении с контрольной, динамика частоты и интенсивности этих изменений в зависимости от продолжительности работы в условиях каждой из производственно-профессиональных групп с достаточной очевидностью выявляют профессиональный характер патологии верхних дыхательных путей у рабочих глиноземного производства. Различия в частоте и форме этой патологии в зависимости от вида и концентрации действующего аэрозоля подчеркивают основную этиологическую роль аэрозолей в ее формировании.

Сопоставление данных исследования верхних дыхательных путей у рабочих «щелочной группы» с результатами определения концентраций щелочи в воздухе рабочих зон позволило предположить, что можно допустить концентрацию щелочных аэрозолей глиноземного производства в кубическом метре воздуха в пределах не выше нескольких десятых миллиграмма. Это послужило основанием для рекомендации в качестве ориентировочной предельно-допустимой концентрации щелочных аэрозолей глиноземного производства  $0,5 \text{ мг/м}^3$  в пересчете на едкий натр, которая была нами включена в методические указания по проведению предупредительного санитарного надзора на глиноземном произ-

водстве, утвержденные главной государственной санитарной инспекцией Министерства здравоохранения СССР.

- Результаты изучения производственной среды и ее влияния на организм рабочих дали основание для разработки системы мероприятий, направленных прежде всего на нормализацию метеорологических условий и борьбу с загрязнением воздушной среды аэрозолями.

### Пути оздоровления условий труда

Нормализация производственного микроклимата представляет наиболее важную и вместе с тем наиболее сложную задачу в гидрохимических отделениях, где в силу своеобразия метеорологических условий возможности их оздоровления средствами санитарной техники весьма ограничены. Решающее значение для этих отделений наряду со строительным оформлением зданий приобретают технологические мероприятия, направленные на сокращение производственных выделений тепла и влаги.

Уменьшение производственных тепловыделений и одновременно облегчение радиационной теплоотдачи у работающих требуют снижения температуры на поверхности нагреваемого оборудования до уровня не выше 30°. Применяемые для этой цели теплоизоляционные материалы должны обладать достаточной устойчивостью в отношении влаги и щелочи. Для часто сменяемых аппаратов или отдельных их элементов, например, гидроциклонов, головок подогревателей, целесообразно использование съемных теплоизолирующих устройств. Съемные или другие теплоизолирующие приспособления, обеспечивающие доступность и оперативность контроля теплоизолируемых поверхностей, необходимы для покрытия частей оборудования, подвергающихся систематической ревизии, какими являются, например, люки и швы автоклавов, изгибы коммуникаций, фланцевые соединения и т. п.

Важнейшее значение в борьбе с влаговыведениями имеет замена открытого оборудования закрытым. В отношении классификаторов этот вопрос успешно решается на заводах введением гидроциклонов. Требуется специальное решение задачи устранения открытого орошения водой боковых поверхностей головных декомпозиеров для ликвидации огромного зеркала испарения влаги в процессе выкручивания алюминатных растворов. Необходима локализация и отведение в наружную атмосферу испарений как от аппаратов, остающихся пока частично или полностью открытыми (классифи-

каторы, фильтры, распределители и др.), так и от закрытых аппаратов. Важное значение в борьбе с влаговыделениями принадлежит организации дистанционного контроля и автоматического регулирования гидрохимических процессов. Автоматизация, исключая необходимость частого открывания аппаратов, сокращает выделение паров влаги (и щелочи) в атмосферу помещений и одновременно устраняет пребывание рабочих в зонах наиболее интенсивных выделений; предотвращает возникновение вторичных источников выделения влаги и щелочи в результате переливания растворов из аппаратов и т. д. Оздоровительная роль автоматизации еще более возрастает в связи с тенденцией развития технологии, сопровождающейся увеличением тепло- и влагоотдающих поверхностей, увеличением числа контролируемых объектов и т. д.

Существенным средством нормализации микроклимата в гидрохимических отделениях является борьба с избыточным теплом путем общего воздухообмена, который должен осуществляться с учетом многоярусного размещения выделяющего тепло оборудования, расположения основных рабочих зон на двух уровнях зданий, наличия влаговыделений и т. п. Из расчетов, произведенных в вентиляционной лаборатории Свердловского института охраны труда ВЦСПС на основании данных исследования тепло- и влагосодержания в приточном и уходящем воздухе аэрации, вытекает вывод о необходимости механической подачи подогретого наружного воздуха в холодный и переходный период года. Во избежание туманообразования в холодный период года необходимо также устройство в транспортных воротах воздушно-тепловых завес. Потребность в механическом притоке сохраняется и в теплое время года в дополнение к естественному для подачи наружного воздуха, желательного охлажденного, на участки здания, недоступные для естественного притока свежего воздуха.

Дополнительным мероприятием, направленным на облегчение теплорегуляции организма работающих при выполнении отдельных физически тяжелых операций (обслуживание рамных фильтр-прессов), является воздушное душирование с подачей наружного воздуха, охлаждаемого в теплое время года и подогреваемого зимой. В местах частого пребывания работающих целесообразно устройство кабин радиационного охлаждения, применение которых в метеорологических усло-

виях гидрохимических отделений более рационально в сравнении с кабинками с открытым водяным охлаждением.

При строительстве новых глиноземных производств необходимо не только раздельное размещение «сухих» и «мокрых» процессов. Весьма целесообразно расположение в отдельных зданиях каждого из основных гидрохимических процессов, характеризующихся различной интенсивностью однородных производственных факторов. Целесообразно выделение в самостоятельное здание процесса выкручивания, протекающего при последовательном принудительном охлаждении растворов в отличие от других гидрохимических процессов, технология которых, наоборот, связана с нагреванием растворов или требует поддержания температуры в аппаратах на более высоком уровне, чем начальная температура выкручивания. Целесообразно также выделение из блока мокрых процессов отделений выщелачивания и выпарки, которые характеризуются наиболее высокими удельными тепловыми нагрузками и в большой мере снабжаются в качестве приточного отработавшим воздухом смежных отделений. Вместе с этим для эффективной организации борьбы с теплоизбытками посредством управляемого естественного воздухообмена необходимо уменьшение глубины заложения зданий и увеличение числа и площади боковых воздухопроемов с таким распределением их по периметру зданий, которое обеспечивало бы приток свежего воздуха в основные рабочие зоны. Это, в свою очередь, ставит вопрос об изыскании возможностей для ликвидации многорядного размещения аппаратов — источников тепловыделений.

Другую сторону задачи оздоровления воздушной среды в производстве глинозема составляет борьба с производственными аэрозолями. Выделение щелочных аэрозолей в воздух гидрохимических отделений, в основном, устраняется при осуществлении мероприятий, направленных на борьбу с влаговыделениями. Снижению их концентраций должно способствовать и улучшение воздухообмена в производственных помещениях.

В начальной и конечной стадиях производства наиболее радикальное значение в обеспыливании воздушной среды принадлежит технологическим мероприятиям, обеспечивающим устранение или сокращение пылеобразования. Замена сухой негашеной извести известковым молоком с подачей его непосредственно в шаровые мельницы исключает образование щелочной пыли в стадиях дробления и транспортировки ру-

ды, а также уменьшает образование пыли самих бокситов. В местах перегрузки сыпучих исходных материалов целесообразно применение гидрообеспыливания. Важнейшее значение для снижения пылеобразования в процессе кальцинации имеет сокращение количества оборотной пыли, для чего необходимо уменьшение уноса глинозема печными газами, например, путем получения глинозема укрупненного гранулометрического состава. Выбивание пыли с печными газами, связанное с колебанием давления во вращающихся печах, ставит задачу комплексного автоматического регулирования тяги из печей, загрузки в них шихты и подачи топлива. Предупреждение выбивания пыли из оборудования при дроблении и транспортировке пылящих материалов требует, как это принято в других производствах, максимального укрытия перегрузочных узлов с поддержанием в них достаточного разрежения устройством аспирации. Необходимо также дальнейшее более широкое использование закрытого транспорта сыпучих материалов — оборотной пыли в процессе кальцинации, пыли, извлеченной из отработавшего вентиляционного воздуха, и др., и организация вакуум-пневматической уборки пыли с оборудования и из помещений.

В целях борьбы с пылью, а также облегчения трудовых процессов при перегрузке и затаривании глинозема необходима организация механизированной закрытой выдачи продукта, например, путем бестарной пневматической подачи из башен-приемников непосредственно в герметизированные саморазгружающиеся вагоны. Необходима механизация ряда других физически тяжелых операций, что уже отчасти достигается, например, заменой рамных фильтрпрессов более совершенными фильтрами Келли и др.

В комплексе мероприятий по созданию благоприятных условий труда сохраняет все свое значение организация бытового обслуживания рабочих на предприятии, отвечающая гигиеническим особенностям глиноземного производства, обеспечивающая режим личной гигиены работающих на всех этапах, соответствующий санитарный режим ухода за индивидуальными защитными приспособлениями, в частности, рабочей одеждой, оказание первой помощи при ожогах щелочами и др.

Изменения в органах дыхания у рабочих определяют необходимость соответствующей организации лечебно-профилактического обслуживания. Необходимо активное наблюдение за состоянием верхних дыхательных путей и своевре-

менная их санация у рабочих, подвергающихся воздействию производственных аэрозолей на разных стадиях производства. Необходимо также предварительный и периодический медицинский осмотр рабочих, подвергающихся воздействию пыли глинозема.

Некоторые вопросы оздоровления условий труда в производстве глинозема требуют дальнейшей разработки инженерно-техническими компетенциями. Ряд таких вопросов намечен и передан промышленности после апробации в коллективе инженеров предприятия и в проблемной комиссии Ученого Совета Минздрава СССР.

Рекомендованная система мероприятий принята и частично осуществляется в глиноземных цехах уральских заводов. Выдвинутые нами положения приняты для использования проектирующей организацией алюминиевой промышленности — институтом «Гипроалюминий». Материалы работы позволили внести гигиенические коррективы в проекты реконструкции, расширения и строительства глиноземных цехов.

Данные исследования обобщены в виде методических указаний по предупредительному санитарному надзору в производстве глинозема, которые утверждены Главной государственной санитарной инспекцией Министерства здравоохранения СССР и опубликованы в отдельном издании и в «Сборнике важнейших официальных материалов по санитарным и противозидемическим вопросам».

## ВЫВОДЫ

1. Санитарно-гигиенические условия труда в производстве глинозема мокрым щелочным способом связаны в значительной степени с характером и организацией технологических процессов.

Широкое использование нагрева для ведения гидрохимических процессов и процесса кальцинации, непрерывное открытое перемещение массы различных горячих жидкостей, использование открытого водяного охлаждения обширных нагретых поверхностей оказывают определяющее влияние на формирование микроклимата производственных помещений.

Последовательное дробление твердых материалов, открытое перемещение на большом протяжении пути с многократной перегрузкой различных сыпучих материалов, а также непрерывный поток растворов с их постоянным механическим перемешиванием сопровождаются образованием аэро-

золей, различных по своим физико-химическим свойствам на разных стадиях технологии.

Система непосредственного визуального контроля и регулирования производственных процессов связана с частым пребыванием рабочих у нагретого оборудования, в зонах расположения источников вредных выделений и влечет непосредственный контакт рабочих с биологически агрессивными материалами.

2. Метеорологические условия на разных этапах производства различны и могут быть сведены в три основные группы:

метеорологические условия, обладающие во все времена года нагревающими свойствами и характеризующиеся сочетанием высокой температуры воздуха с повышенной его влажностью при наличии обширных нагретых поверхностей оборудования с температурой заметно превышающей температуру тела рабочего,— в блоке гидрохимических процессов.

метеорологические условия, различные в разные времена года: летом обладающие нагревающими свойствами во всех рабочих зонах и характеризующиеся сочетанием высокой температуры воздуха с низкой его влажностью при наличии тепловой радиации больше 1 кал на кв. см. в минуту, а в холодный период отличающиеся резко различным уровнем температуры в разных участках помещения,— в блоке кальцинации;

метеорологические условия во все времена года зависящие, в основном, от внешних метеорологических условий и мало от них отличающиеся— в отделении сухой подготовительной обработки руды.

— Общим для первых двух групп является малая подвижность воздуха. В нагревающих условиях микроклимата гидрохимических отделений, вызывающих выраженное напряжение теплорегуляции, занята основная масса рабочих глиноземного производства.

3. Аэрозоли глиноземного производства, представляющие полидисперсные системы с подавляющим преобладанием мелких фракций, по своему происхождению, агрегатному состоянию, химическому и минералогическому составу могут быть условно сведены в три группы:

аэрозоли с твердой дисперсной фазой, представляющие смесь пылей руды и обожженной извести, выделяющиеся при подготовительной переработке руды;

аэрозоль окисей и гидроокиси алюминия в виде пыли,

выделяющейся при прокаливании гидроксида алюминия;

аэрозоли с жидкой дисперсной фазой, представляющие щелочной туман диспергированных растворов и пульпы, — в гидрохимических стадиях.

4. Неблагоприятные санитарные условия труда способствуют повышенному уровню заболеваемости с временной нетрудоспособностью рабочих глиноземного производства, который на протяжении ряда лет остается выше, чем на алюминиевом заводе в целом. Снижение заболеваемости, особенно частоты ее, у глиноземщиков происходит более медленными темпами, и размеры снижения менее значительны. Результаты анализа заболеваемости рабочих отдельными формами болезней позволяют связать эту заболеваемость с влиянием неблагоприятных метеорологических условий и производственных аэрозолей.

5. Патология верхних дыхательных путей, как это показал анализ первичных материалов специального обследования их у большой группы рабочих глиноземного производства, имеет профессиональное происхождение и обусловлена действием производственных аэрозолей. Наиболее резко как по частоте, так и по интенсивности патологических изменений, выражено влияние пыли глинозема.

Состояние верхних дыхательных путей у рабочих может служить одним из решающих критериев для гигиенической оценки щелочных аэрозолей. Сравнительное изучение хронической патологии верхних дыхательных путей у работающих в гидрохимических отделениях при разных концентрациях щелочи в воздухе позволило предложить в качестве ориентировочной предельно допустимой концентрации последней в условиях глиноземного производства  $0,5 \text{ мг/м}^3$  в пересчете на едкий натр.

6. Система оздоровительных мероприятий в производстве глинозема мокрым щелочным способом предусматривает прежде всего нормализацию микроклимата и ликвидацию воздушных загрязнений. Наряду с этим необходимо устранение отдельных ручных операций, связанных со значительным мышечным напряжением, с непосредственным контактом с щелочными материалами и нагретым оборудованием.

Оздоровление условий труда требует неотложного решения вопросов, обеспечивающих закрытое ведение гидрохимических процессов, дистанционный контроль и автоматическое регулирование технологических процессов, специальную тепловую изоляцию оборудования в качестве необходимых пред-

посылок для снижения производственных тепло- и влаговыделений и рациональной организации воздухообмена.

При строительстве новых и реконструкции действующих глиноземных предприятий должно быть обеспечено новое, более рациональное в гигиеническом отношении объемно-планировочное решение заданий и размещение оборудования в них.

7. В профилактике профессиональной патологии и в снижении заболеваемости с временной нетрудоспособностью рабочих глиноземного производства важное значение имеет организация контроля их здоровья. Необходимо введение обязательного предварительного и периодического медицинского осмотра с участием терапевта, фтизиатра, рентгенолога, оториноларинголога, с рентгенографией грудной клетки рабочих, подвергающихся воздействию пыли глинозема. В системе медико-санитарной службы производства должна быть также обеспечена диспансеризация рабочих, подвергающихся влиянию аэрозолей, с динамическим наблюдением и своевременной санацией верхних дыхательных путей.

8. Оздоровление условий труда глиноземщиков составляет важное звено в решении общей задачи охраны здоровья и снижения заболеваемости рабочих алюминиевой промышленности в целом.