

УДК 613.632:[546.171.1+631.841.7]
DOI 10.24412/2312-2935-2025-3-13-29

ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ФОРМИРОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА И КАРБАМИДА

П.А. Кузнецов

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь

Введение. Производство минеральных удобрений на основе аммиака и карбамида имеют сложные и потенциально опасные условия труда. Современные оценки производственных факторов не дают полной картины вредности условий труда. Это зачастую связано с временными, финансовыми и лабораторно-инструментальными ограничениями. До настоящего времени не проводилась полная научно обоснованная комплексная оценка условия труда с установлением влияния вредных факторов производства на состояние здоровья работников.

Цель. Провести гигиеническую оценку условий труда, установить зависимость этих факторов с состоянием здоровья промышленных контингентов производства аммиака и карбамида.

Материалы и методы. Проведено изучение факторов производственной среды с установлением класса условий труда по результатам лабораторных исследований производственного контроля, проверок Управления Роспотребнадзора и специальной оценки условий труда. Состояние здоровья оценивалось по показателям заболеваемости с временной утратой трудоспособности, хронической накопленной патологии, сохранности поствакцинального противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета у 971 «круглогодичного» работника с учетом структурных подразделений производства аммиака и карбамида.

Результаты исследования. Установлено, что условия труда в производстве аммиака и карбамида характеризуются, как «вредные», с классом 3.1 - 3.2. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности и хроническая накопленная патология у работников, занятых в структурных подразделения с вредными условиями труда достоверно выше ($p < 0,05$). Сохранность специфического иммунитета к столбняку и к дифтерии достоверно ниже ($p < 0,05$) в структурных подразделениях с вредными условиями труда. Снижение уровней специфического иммунитета тесно коррелирует ($r = +1,0$) с увеличением уровня острой и хронической заболеваемости и степенью вредности производства.

Выводы. Вредные условия труда в основных цехах производства аммиака и карбамида неблагоприятно влияют на состояние здоровья работников. Установлено, что чем выше степень вредности условий труда, тем выше уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности, хронической накопленной патологии и ниже уровень сохранившегося противостолбнячного и противодифтерийного иммунитетов.

Ключевые слова: условия труда, аммиака, карбамид, противостолбнячный иммунитет, противодифтерийный иммунитет, заболеваемость с временной утратой трудоспособности, хроническая заболеваемость

INFLUENCE OF HARMFUL WORKING CONDITIONS ON THE FORMATION OF HEALTH DISORDERS IN AMMONIA AND UREA PRODUCTION WORKERS

P.A. Kuznetsov

Perm State Medical University. E.A. Wagner, Perm

Introduction. The production of mineral fertilizers based on ammonia and carbamide has difficult and potentially dangerous working conditions. Modern estimates of production factors do not provide a complete picture of the harmfulness of working conditions. This is often due to time, financial, and laboratory and instrumental constraints. To date, there has not been a complete scientifically based comprehensive assessment of working conditions with the establishment of the influence of harmful factors of production on the health of workers.

Objective. To carry out a hygienic assessment of working conditions, to establish the relationship of these factors with the state of health of industrial contingents of ammonia and carbamide production.

Materials and methods. The factors of the production environment were studied with the establishment of a class of working conditions based on the results of laboratory tests of production control, inspections of the Rospotrebnadzor Department and a special assessment of working conditions. The health status was assessed by indicators of morbidity with temporary disability, chronic accumulated pathology, and the preservation of post-vaccination tetanus and diphtheria immunity in 971 "year-round" workers, taking into account the structural divisions of ammonia and carbamide production.

Results of the study: It has been established that working conditions in the production of ammonia and carbamide are characterized as "harmful", with class 3.1 - 3.2. Morbidity with temporary disability and chronic accumulated pathology among workers employed in structural units with harmful working conditions is significantly higher ($p < 0.05$). The preservation of specific immunity to tetanus and diphtheria is significantly lower ($p < 0.05$) in structural units with harmful working conditions. A decrease in the levels of specific immunity is closely correlated ($r = +1.0$) with an increase in the level of acute and chronic morbidity and the degree of harmfulness of production.

Conclusions. Harmful working conditions in the main ammonia and carbamide production workshops adversely affect the health of workers. It has been established that the higher the degree of harmfulness of working conditions, the higher the incidence of temporary disability, chronic accumulated pathology and the lower the level of preserved tetanus and anti-diphtheria immunity.

Key words: working conditions, ammonia, carbamide, tetanus immunity, anti-diphtheria immunity, morbidity with temporary disability, chronic morbidity

Актуальность. В современной мире предприятия по производству минеральных удобрений обеспечивают высокую продуктивность сельского хозяйства. До 22% минеральных удобрений в Российской Федерации производится из аммиака и карбамида. Это сложный и потенциально опасный химический процесс, который определяет вредные условия труда для работников [1,2]. На рабочих местах наблюдается целый комплекс вредных факторов: химические (пары аммиака, пыль карбамида, оксид азота, аэрозоли минеральных нефтяных масел), физические (производственный

микроклимат, шум, вибрация, электромагнитное излучение, освещенность), а также повышенная тяжесть и напряженность трудового процесса [3,4].

Существующая специальная оценка условий труда (СОУТ) не дает полной и объективной картины из-за ограниченного лабораторно-инструментального, временного и финансового обеспечения [5,6,7]. Особенностью технологического процесса в производстве аммиака и карбамида является два этапа: каталитический синтез аммиака из азота воздуха и водорода, выделяемого из метана, и последующее превращение аммиака при соединении с оксидами углерода в карбамид. Технологический процесс полностью автоматизирован, но идет при высоких температурах и высоком давлении, что определяет высокий потенциальный риск для здоровья работников при его сбое. Основные цеха предприятия - заводоуправление, производство аммиака, производство карбамида, лаборатория, КИПиА, ремонтно-механическое производство. Технологическое оборудование размещено на открытых производственных площадках. Численность персонала, который определяет технологический профиль, занятого в основном производстве, не превышает 15% от общего штата. Остальные работники предприятия заняты в вспомогательных цехах (водо-, тепло-, электроснабжения, транспорт, строительство). На данное время комплексной оценки условий труда в производстве аммиака и карбамида не проводилось [8, 9].

Оптимизация условий труда на производстве на основании оценки состояния здоровья работников имеет первоочередную задачу в области гигиены труда [10,11]. Показателем состояния здоровья трудовых контингентов может служить заболеваемость с временной утратой трудоспособности, но она отражает острую заболеваемость. В большей степени отражает влияние условий труда на здоровье накопленная хроническая заболеваемость в системе «доза-время-эффект» [12,13].

Но для этой цели используется редко. Продолжается поиск универсального показателя здоровья для установления связи с условиями труда. Таким показателем может служить специфический противостолбнячный и противодифтерийный иммунитет, который формируется благодаря систематическим вакцинациям, проводимым среди всего населения Российской Федерации. Для выработки стойкого иммунитета у населения в РФ применяется схема: вакцинация в 3 месяца от рождения, ревакцинация в 7 и 14 лет, и далее каждые 10 лет осуществляется вакцинация [14,15].

Можно заранее выдвинуть гипотезу, что в производствах с более вредными условиями труда будет выше заболеваемость с ВУТ и хроническая накопленная патология, а также

снижена сохранность специфического противостолбнячного и противодифтерийного иммунитетов. В таком случае, противостолбнячный и противодифтерийный иммунитет может являться интегральным показателем, отражающим воздействие условий труда на состояние здоровья промышленных работников.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью установления количественных и качественных взаимосвязей между вредностью производства и состоянием здоровья работников предприятий по производству аммиака и карбамида, что позволит усовершенствовать системы профилактики, определять группы и территории риска, оптимизировать условия труда [16].

Цель: изучить и дать оценку условиям труда в производстве аммиака и карбамида, острой и хронической заболеваемости, состояние противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета у работников в их взаимозависимости.

Задачи:

1. Изучить и дать оценку условий труда в основных цехах производства аммиака и карбамида.
2. Изучить заболеваемость с ВУТ, распространенность накопленной хронической заболеваемости и напряженность противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета у работников в основных цехах производства аммиака и карбамида.
3. Изучить зависимость между степенью вредности условий труда с напряженностью противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета, заболеваемостью с ВУТ и накопленной заболеваемостью. Установить группы и территории риска.

Материалы и методы: в качестве объекта исследования было взято предприятие по производству 1 миллиона тонн аммиака и карбамида, с числом работающих около 1300 человек. Условия труда были оценены по показателям микроклимата, шума, общей вибрации, электромагнитного излучения, освещенности, концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны, тяжести и напряженности трудового процесса. За период с 2020 по 2025 гг. получены 10718 результатов исследований производственного контроля, проверок Управления Роспотребнадзора и специальной оценки условий труда частной лаборатории ООО «Лабораторный центр». Интегральная оценка условий труда проводилась в основных цехах, определяющий технологический профиль предприятия (производство аммиака, производство карбамида, лаборатория, КИПиА, ремонтно-механическое производство), в качестве контрольной группы были взяты сотрудники заводоуправления. Показатели иммунитета,

острой и хронической заболеваемости изучены у 972 работника. Заболеваемость с ВУТ изучена за 5 лет по больничным листкам, хроническая заболеваемость по результатам периодических медицинских осмотров и медицинской документации, напряженность противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета по титрам антител. За критерий вредного влияния условий труда на организм работающих по напряженности специфического иммунитета были приняты титры антител ниже защитного: к столбняку – 1:10, к дифтерии – 1:20.

Результаты. Производство аммиака и карбамида представляет собой многоступенчатый технологический процесс, состоящий из нескольких этапов: подготовка сырья, каталитическая конверсия метана, синтез аммиака, последующая переработка аммиачно-углекислотного конденсата в карбамид, а также регенерация и дистилляция не прореагировавших компонентов. Сырьем для данного производства служит природный газ, который после редуцирования поступает на очистку от сернистых соединений с использованием азотоводородной смеси и оксида цинка. Далее газ компримируется до давления порядка 4,5 МПа, после чего направляется на первичную и вторичную конверсию метана водяным паром и кислородом воздуха соответственно. Результатом конверсии является - синтез-газ, состоящий из смеси азота и водорода, которая затем подвергается каталитической очистке от оксида углерода и его дальнейшему метанированию для получения чистой азотоводородной смеси. Эта смесь направляется в реактор синтеза аммиака, где в присутствии железного катализатора при температуре 390–530 °С и давлении ~30 МПа происходит химическая реакция образования NH_3 . Полученный аммиак охлаждается, конденсируется и направляется на хранение или поступает на производство карбамида.

Данный технологический процесс обеспечивают основные цеха предприятия: производство аммиака, производство карбамида, лаборатория, цех контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), ремонтно-механическое производство. Заводоуправление выполняет функции контроля и регуляции деятельности всех структурных подразделений.

При гигиенической оценке факторов производственной среды установлено, что в цехе аммиака показатели микроклимата в теплый период года составили: температура воздуха от 24,2 до 24,6 °С, со средним значением $24,37 \pm 0,14$ °С; относительная влажность — от 61% до 64% со средним $62,33 \pm 1,01$ %; скорость движения воздуха — $0,1 \pm 0,01$ м/с. Эти значения находятся в пределах установленных норм (температура — 21–25 °С, влажность — 15–75%, скорость движения воздуха — не более 0,1 м/с). В холодный период года температура воздуха

изменялась от 21,7 до 22,4 °С, со средней величиной $21,84 \pm 0,16$ °С; относительная влажность — от 44% до 48%, со средним $44,92 \pm 1,3\%$, скорость движения воздуха — $0,1 \pm 0,01$ м/с.

Уровень шума в цехе аммиака характеризовался как широкополосный, непостоянный, прерывистый. Минимальный уровень шума составил 46,8 дБА, максимальный — 110 дБА, среднее значение — $77,4 \pm 9,99$ дБА. При этом 85,7% измерений превышали предельно допустимый уровень (не более 80 дБА). Оценка общей вибрации проводилась по скорректированному уровню виброускорения по осям X, Y и Z. По оси X средний уровень виброускорения составил $101,6 \pm 0,38$ дБ, по оси Y — $102,7 \pm 0,30$ дБ, по оси Z — $103,6 \pm 0,25$ дБ. Полученные значения не превышают предельно допустимых величин (по оси X и Y — 112 дБ, по оси Z — 115 дБ). Напряженность электростатического поля в цехе составила $5,0 \pm 0,15$ кВ/м при колебаниях от 2,6 до 7,8 кВ/м, что соответствует предельно допустимому уровню (не более 15 кВ/м).

Общая освещенность изменялась от 72,6 до 706 лк, при среднем значении $569,00 \pm 13,40$ лк, где 43,7% измерений были ниже установленной нормы (не менее 400 лк). Коэффициент пульсации составил в среднем $2,7 \pm 0,15\%$, что не превышает допустимого уровня (не более 5%).

Химические факторы в цехе представлены аммиаком и аэрозолями минеральных нефтяных масел. Концентрация аммиака в воздухе рабочей зоны варьировала от 1 до 20 мг/м³ со средним значением $9,5 \pm 1,05$ мг/м³, что не превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК м.р. — не более 20 мг/м³). Аэрозоли минеральных нефтяных масел находились в диапазоне от 3,33 до 13,83 мг/м³ со средней концентрацией $4,6 \pm 0,55$ мг/м³. При этом 21,4% измерений превышали предельно допустимую концентрацию (не более 5 мг/м³).

В цехе карбамида в теплый период года температура воздуха составила от 21,0 до 26,7 °С, со средним значением $23,85 \pm 1,04$ °С, что находится в пределах допустимых норм (21–28 °С). Относительная влажность изменялась от 45% до 58%, в среднем составляя $51,0 \pm 2,66\%$ (норма — 17–75%). Скорость движения воздуха не превышала $0,1 \pm 0,01$ м/с, что соответствует установленным требованиям. В холодный период года температура воздуха колебалась от 18,0 до 23,9 °С, со средней величиной $22,34 \pm 1,13$ °С. При этом 7,14% измерений находились ниже нижнего допустимого предела (20–25 °С). Относительная влажность составила от 15% до 36% со средним показателем $26,24 \pm 3,45\%$, что укладывается в нормативные значения (15–75%). Скорость движения воздуха — $0,1 \pm 0,01$ м/с — также соответствовала установленным нормам.

Уровень шума в цехе характеризуется, как широкополосный и непостоянный. Минимальные значения уровня шума составили 51,3 дБА, максимальные — 115,3 дБА,

среднее значение — $91,6 \pm 12,3$ дБА. Установлено, что в 97% случаев уровни шума превышают предельно допустимое значение (не более 80 дБА). Общая вибрация: по оси X значения варьировали от 90,1 до 111,9 дБ, со средним $105,9 \pm 0,39$ дБ; по оси Y — от 90,2 до 110,1 дБ, со средним $103,1 \pm 0,28$ дБ; по оси Z — от 90,2 до 109,7 дБ, со средним $103,9 \pm 0,21$ дБ. Все полученные данные не превышали предельно допустимых значений (по осям X и Y — 112 дБ, по оси Z — 115 дБ). Напряженность электростатического поля в цехе составила в среднем $6,8 \pm 0,41$ кВ/м при колебаниях от 2,08 до 14,7 кВ/м, что не превышает предельно допустимого уровня (не более 15 кВ/м).

Общая освещённость на рабочих местах изменялась от 15 до 1500 лк, со средним значением $384,9 \pm 29,3$ лк. При этом 35,2% измерений находились ниже минимально допустимого уровня (не менее 300 лк). Коэффициент пульсации колебался от 1,0 до 5,0%, со средним $1,9 \pm 0,14$ %, что соответствует нормативным требованиям (не более 5%).

Концентрация аммиака в воздухе рабочей зоны изменялась от 1,2 до 35 мг/м³ со средним значением $13,9 \pm 0,9$ мг/м³. При этом 8,6% измерений превышали максимально разовую предельно допустимую концентрацию (20 мг/м³). Концентрация пыли карбамида составила от 0,6 до 9,4 мг/м³, со средним $5,0 \pm 0,30$ мг/м³, что не превышало ПДК (не более 10 мг/м³). Аэрозоли минеральных нефтяных масел находились в диапазоне от 2 до 14,3 мг/м³, со средним значением 4,6 мг/м³, где 21,4% измерений превышали предельно допустимую концентрацию (не более 5 мг/м³).

В ремонтно-механическом цехе в теплый период года температура воздуха изменялась от 17,1 до 22,0 °С, со средним значением $20,01 \pm 1,29$ °С, при этом 42,86% измерений находились ниже нижней границы допустимых значений (21–28 °С). Относительная влажность составила от 44% до 68%, со средним $55,0 \pm 6,06$ %, что соответствовало нормативным требованиям (17–75%). Скорость движения воздуха — $0,1 \pm 0,01$ м/с — также укладывалась в установленные пределы. В холодный период года температура воздуха колебалась от 25,2 до 25,6 °С, со средней величиной $25,23 \pm 0,15$ °С, что превышало верхнюю границу допустимого диапазона (20–25 °С). Относительная влажность составила от 20% до 24%, со средним значением $21,6 \pm 1,08$ %, и находилась в пределах нормы (15–75%). Скорость движения воздуха — $0,1 \pm 0,01$ м/с — не превышала допустимых значений.

Минимальные значения уровня шума составили 43,6 дБА, максимальные — 102,7 дБА, среднее значение — $84,2 \pm 12,6$ дБА. При этом 90% измерений превышали предельно допустимые значения (не более 80 дБА). Общая вибрация: по оси X значения изменялись от

101,4 до 117,4 дБ, со средним $110,6 \pm 0,39$ дБ, где 11,8% измерений превышали эквивалентный уровень (112 дБ). По оси Y значения варьировали от 103,6 до 118,2 дБ, со средним $111,5 \pm 0,24$ дБ, с превышением нормы в 16,7% случаев. По оси Z уровень виброускорения составил от 99,5 до 115,4 дБ, со средним $112,3 \pm 0,31$ дБ, где 4,8% измерений превышали допустимые значения (115 дБ). Напряженность электростатического поля в цехе составила в среднем $6,0 \pm 0,36$ кВ/м при колебаниях от 2,8 до 18,7 кВ/м, что не превышала предельно допустимого уровня (не более 15 кВ/м).

Освещённость в производственных помещениях цеха изменялась от 19 до 1500 лк, со средним значением $564,4 \pm 14,8$ лк. При этом 16,3% измерений находились ниже минимально допустимого уровня (не менее 200 лк). Коэффициент пульсации колебался от 1,0 до 40,0%, со средним $12,5 \pm 0,48\%$, где 16,7% измерений превышали допустимое значение (не более 5%).

Концентрация оксида никеля в воздухе рабочей зоны изменялась от 0,005 до 0,245 мг/м³ при среднем значении $0,039 \pm 0,0034$ мг/м³, где 6,7% измерений превышали предельно допустимую концентрацию (0,05 мг/м³). Концентрация пыли карбамида составила от 0,1 до 7,0 мг/м³, со средним $2,9 \pm 0,54$ мг/м³, что не превышало установленной ПДК (не более 10 мг/м³). Аэрозоли минеральных нефтяных масел находились в диапазоне от 3,0 до 13,84 мг/м³, со средним значением $4,6 \pm 0,87$ мг/м³, где 15,0% измерений превышали предельно допустимую концентрацию (не более 5 мг/м³).

В лаборатории в теплый период года температура воздуха составляла от 20,6 до 24,9 °С, со средним значением $21,93 \pm 0,59$ °С, что находится в пределах допустимых норм (18–27 °С). Относительная влажность изменялась от 49% до 61%, в среднем составляя $54,0 \pm 2,76\%$ (норма — 17–75%). Скорость движения воздуха не превышала $0,1 \pm 0,01$ м/с.

Уровень шума в лаборатории характеризовался как непостоянный, с минимальными значениями 46,4 дБА и максимальными — 68,6 дБА. Среднее значение составило $56,9 \pm 5,8$ дБА, что ниже предельно допустимого уровня (не более 80 дБА). Напряженность электростатического поля в лаборатории составила в среднем $5,5 \pm 0,36$ кВ/м при колебаниях от 2,4 до 10,3 кВ/м, что не превышает предельно допустимого уровня (не более 15 кВ/м).

Освещённость в помещениях лаборатории изменялась от 633 до 1310 лк, со средним значением $1068,4 \pm 22,8$ лк, что соответствовало минимальному допустимому уровню (не менее 400 лк). Коэффициент пульсации колебался от 1,0 до 9,7%, со средним $3,4 \pm 0,27\%$, что укладывается в установленные нормы (не более 10%).

В цехе контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) температура воздуха изменялась от 19,8 до 24,2 °С, со средним значением $22,27 \pm 1,08$ °С. При этом 11,21% измерений находились ниже границы допустимого диапазона (21–28 °С). Относительная влажность составила от 53% до 63%, в среднем — $57,0 \pm 2,67\%$, что соответствовало нормативным требованиям (17–75%). Скорость движения воздуха не превышала $0,1 \pm 0,01$ м/с.

Показатели шума составили от 51,3 до 109,7 дБА со средним значением — $91,7 \pm 12,6$ дБА, при этом 92,6% измерений превышали предельно допустимое значение (не более 80 дБА). Корректированный уровень виброускорения по оси X значения изменялся от 90,9 до 142,3 дБ, со средним $120,6 \pm 0,57$ дБ, где 23,6% измерений превышали эквивалентный уровень (112 дБ). По оси Y уровень виброускорения составил от 91,8 до 140,1 дБ, со средним $120,5 \pm 0,61$ дБ, с превышением нормы в 23,7% случаев. По оси Z значения варьировали от 92,7 до 140,9 дБ, со средним $120,1 \pm 0,71$ дБ, где 36,8% измерений превышали допустимые значения (115 дБ). Напряженность электростатического поля в цехе составила в среднем $5,5 \pm 0,36$ кВ/м при колебаниях от 2,4 до 10,3 кВ/м, что не превышает предельно допустимого уровня (не более 15 кВ/м).

Освещённость в помещениях цеха изменялась от 480 до 1520 лк, со средним значением $674,2 \pm 36,3$ лк, что соответствовало гигиеническим требованиям (не менее 400 лк). Коэффициент пульсации колебался от 0,6 до 68,0% со средним $7,3 \pm 0,88\%$, где 10,5% измерений превышали допустимое значение (не более 20%).

В заводоуправление заняты инженерно-технические работники и служащие, которые организуют и обеспечивают технологический процесс всего предприятия. Трудовая деятельность сотрудников не связана с воздействием факторов виброакустического характера, химическое природы, так как отсутствует крупногабаритное оборудование, работа с сырьем и конечными продуктами производства. При оценке параметров микроклимата установлено, что температура колебалась от 21,7 °С до 26,4 °С, со средним значением — $24,3 \pm 1,1$ °С, что соответствовало требованиям санитарных норм (21–28 °С), относительная влажность изменялась от 42% до 69%, со средним значением — $55,8\% \pm 6,6\%$, что соответствовало допустимым значениям (15–75%), скорость движения воздуха — $0,1 \pm 0,01$ м/с.

Освещённость в помещениях заводоуправления изменялась от 334 до 1980 лк, со средним значением $675,3 \pm 45,5$ лк, что не превышало допустимого уровня (не менее 300 лк). Коэффициент пульсации колебался от 1,0 до 3,8%, со средним $1,3 \pm 0,6\%$, что укладывалось в установленные нормы (не более 5%).

Напряженность электростатического поля в лаборатории составила в среднем $5,1 \pm 0,38$ кВ/м при колебаниях от 2,2 до 10,9 кВ/м, что не превышает предельно допустимого уровня (не более 15 кВ/м).

При физиолого-гигиенической оценке тяжести трудового процесса в данных цехах, установлено, что работа в производстве аммиака и производстве карбамида связана с частыми стереотипными движениями, подъемом деталей весом до 15–20 кг, пребыванием в вынужденных позах и статической нагрузкой, что соответствует 3.1 классу условий труда. В лаборатории, цехе КИПиА и помещениях заводоуправления показатели тяжести у сотрудников не превышают допустимых значений, что характеризуется допустимым – 2.0 классом условий труда. В ремонтно-механическом производстве работа характеризуется высокой физической нагрузкой, вынужденной позой, перемещением тяжести в пространстве, и соответствует 3.2 классу условий труда.

При оценке напряженности установлено, что производства аммиака, карбамида, лаборатории и КИПиА соответствуют 3.1 классу условий труда, это обусловлена необходимостью анализа данных, своевременной реакцией на отклонения и сменным графиком, высокой степенью ответственности, риском для жизни. В ремонтно-механическом производстве напряженность труда характеризуется риском для собственной жизни, высокой ответственностью за качество ремонтных работ, деятельностью в условиях отсутствия постоянного рабочего места, что соответствует 3.2 классу условий труда. Работники заводоуправления характеризуются допустимыми условиями напряженности трудового процесса.

Результаты лабораторно-инструментальных исследований производственных факторов, которые выявлены на рабочих местах в основных структурных подразделениях производства аммиака и карбамида, оценены с установлением класса условий труда на основании Руководства Р 2.2.2006-05 "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" и СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". В таблице 1 представлены результаты оценки условий труда с установлением общего класса условий труда. Установлено, что вредные условия труда имеют место у работников производства аммиака, производства карбамида, лаборатории, цеха КИПиА, ремонтно-механического производства. Более благоприятные условия труда установлены у работников заводоуправления.

Таблица 1

Общий класс условий труда в основных
 производственных подразделениях производства аммиака и карбамида

<i>Подразделение</i> <i>Фактор</i>	<i>Цех по производству аммиака</i>	<i>Цех по производству карбамида</i>	<i>Лаборатория</i>	<i>КИПиА</i>	<i>Ремонтно- обслуживающие производство</i>	<i>Заводоуправление</i>
Микроклимат	2.0	3.1	2.0	3.1	3.1	2.0
Шум	3.1	3.1	2.0	3.1	3.1	-
Вибрация	2.0	2.0	2.0	3.1	3.1	-
ЭМИ	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	-
Освещенность	3.1	3.1	2.0	3.1	3.1	2.0
Химический фактор	3.1	3.1	-	-	3.1	-
Тяжесть	3.1	3.1	2.0	2.0	3.2	2.0
Напряженность	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	2.0
Общий класс условий труда	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	2.0

В таблице 2 представлены показатели здоровья у работников производства аммиака и карбамида. Средний уровень заболеваемости с ВУТ по заводу в целом составляет $75,3 \pm 0,4$ случаев на 100 работников. Достоверно выше ($p < 0,05$) уровень заболеваемости в производстве аммиака, карбамида, лаборатории, КИПиА и ремонтно-механическом производстве, составляя, соответственно, $108,2 \pm 0,8$; $93,3 \pm 0,9$; $75,2 \pm 1,2$; $84,5 \pm 1,5$ и $91,4 \pm 1,0$ случаев на 100 работников. В более благоприятных условиях работы, в заводоуправлении, уровень заболеваемости с ВУТ ниже, чем по заводу в целом, составляя $73,5 \pm 1,0$ случаев на 100 работников.

Хроническая накопленная патология составила $154,2 \pm 1,7$ случаев на 100 работников в среднем по заводу. Распространенность хроническими заболеваниями имеет схожую картину, как и острая заболеваемость, представленная заболеваемостью с ВУТ. В основных цехах распространённость хронической заболеваемости выше, чем в заводоуправлении и в среднем по заводу.

Таблица 2

Показатели общей заболеваемости с ВУТ, хронической заболеваемости, противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета в титрах ниже защитного уровня у работающих в производстве аммиака и карбамида (в случаях на 100 работников)

	<i>Цех по производству аммиака</i>	<i>Цех по производству карбамида</i>	<i>Лаборатория</i>	<i>КИПиА</i>	<i>Ремонтно-обслуживающее производство</i>	<i>Заводоуправление</i>
Общий уровень ЗВУТ	108,2±0,8	93,3±0,9	75,2±1,2	84,5±1,5	91,4±1,0	73,5±1,0
Хроническая заболеваемость	169,4±2,6	171,4±4,2	164,5±5,1	154,3±3,8	172,3±2,7	139,6±2,7
Противостолбнячный иммунитет в титрах 1:10 и ниже	29,0±0,4	28,6±0,3	22,0±0,4	23,8±0,5	29,9±0,4	20,0±1,1
Противодифтерийный иммунитет в титрах 1:20 и ниже	65,4±0,9	65,2±0,8	62,0±1,4	62,2±1,0	66,9±0,7	52,0±0,8

Потеря специфического иммунитета тесно коррелирует ($r=+1,0$) с увеличением заболеваемости с ВУТ и хронической накопленной патологии, а также степенью вредности условий труда в производственных подразделениях. Все данные статистически достоверны ($p<0,05$).

Выводы:

1. Условия труда в основных структурных подразделениях производства аммиака и карбамида характеризуются как «вредные». Производство карбамида, лаборатория, КИПиА имеют класс 3.1, ремонтно-механическое производство – 3.2, заводоуправление – 2.0.

2. Уровни заболеваемости с ВУТ, распространенности хронической накопленной патологии выше в цехах с вредными условиями труда. Сохранность противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета у работающих имеет обратную корреляцию с уровнем заболеваемости с ВУТ и хронической накопленной патологией.

3. Динамика и степень сохранности противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета может служить критерием вредного влияния условий труда на здоровье работников.

Список источников

1. Ермолаева В.А., Синявская Д.С. Технологические параметры производства карбамида. Наука без границ. 2018(5):22 – 85-89
2. Тулакин А.В., Механтьева Л.Е. Гигиенические вопросы производства и применения минеральных удобрений. Санитарный врач. 2008:1–36-40
3. Ашурова М.Д., Юлчиева С.Т. Условия труда работающих на производствах азотных минеральных удобрений. Биология и интегративная медицина. 2016:2 –13-19
4. Маскаев В.В., Сафронов И.С. Вредные условия труда. классификация условий труда. Проблемы научной мысли. 2019; 3(3): 61-65 doi:10.33920/med-08-2206-02
5. Благодир А.Л., Христофоров Н.Р. Сравнительный анализ порядка аттестации рабочих мест и порядка специальной оценки условий труда. Законы России: опыт, анализ, практика. 2022:2–42-45
6. Зезюля О.Г. Сравнительная характеристика условий труда и временной нетрудоспособности на предприятиях одного профиля. Здоровье и окружающая среда. 2011;19-274-277
7. Волк Е.А., Липень Л.И. Проблемные вопросы аттестации рабочих мест по условиям труда. Трудовое и социальное право. 2019;2:30–39-44
8. Безрукова Г.А., Поздняков М.В., Новикова Т.А. Использование цифровых технологий в социально-гигиеническом мониторинге состояния здоровья работающих во вредных условиях труда. Гигиена и санитария. 2021; 100(10): 157-162
9. Ашмарин В.В., Блохинцев А.А., Сорокина А.Е., Михайлова О.А. Процедура проведения специальной оценки условий труда в химической промышленности. В сборнике: Качество и инновации в XXI веке. Материалы XV Международной научно-практической конференции. 2017;46-54.
10. Кузнецов П.А., Ухабов В.М., Кириченко Л.В. Состояние здоровья трудовых контингентов в современном производстве аммиака и карбамида (обзор). МНИЖ. 2024;11 (149) doi:10.60797/IRJ.2024.149.14

11. Помыткина Т.Е. Состояние здоровья работников при производстве соединений азотной группы (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2014;3-39-45
12. Карабалин С.К., Бекходжаева А.Т. Прогноз развития производственно обусловленных заболеваний у рабочих производства фосфорных минеральных удобрений//Вестник КазНМУ. 2019;2-128-130
13. Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Зайдуллин И.И., Шаповал И.В. Сравнительный анализ профессионального риска для здоровья работников различных химических производств на основе оценки условий труда и мероприятия по его минимизации. Медицина труда и экология человека 2021; 2 (26): 23-36 doi:10.24412/2411-3794-2021-10202
14. Кузнецов П.А., Ухабов В.М., Кириченко Л.В. Состояние противостолбнячного и противодифтерийного иммунитета у работников во вредном производстве аммиака и карбамида. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024;3-33-43 doi: 10.24412/2312-2935-2024-3-33-43
15. Якимова Т.Н., Максимова Н.М., Маркина С.С., Яцковский К.А., и др. Состояние противостолбнячного антитоксического иммунитета у населения Российской Федерации в настоящее время. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2013;5:72–54-59
16. Титкова Е.В. Особенности обеспечения промышленной безопасности на производстве аммиачной селитры и карбамида. Символ науки: международный научный журнал 2019;4:52-55

References

1. Ermolaeva V.A., Sinyavskaya D.S. Tekhnologicheskie parametry proizvodstva karbamida [Technological parameters of carbamide production]. Nauka bez granic [Science without borders]. 2018(5):22 – 85-89 (in Russian)
2. Tulakin A.V., Mehtant'eva L.E. Gigienicheskie voprosy proizvodstva i primeneniya mineral'nyh udobrenij [Hygienic issues of production and use of mineral fertilizers]. Sanitarnyj vrach [Sanitary doctor]. 2008;1–36-40 (in Russian)
3. Ashurova M.D., Julchieva S.T. Usloviya truda rabotajushhih na proizvodstvah azotnyh mineral'nyh udobrenij [Working conditions of workers in the production of nitrogen mineral fertilizers]. Biologiya i integrativnaya medicina [Biology and Integrative Medicine]. 2016;2 –13-19 (in Russian)

4. Maskaev V.V., Safronov I.S. Vrednye usloviya truda. klassifikaciya uslovij truda. [Harmful working conditions. classification of working conditions]. Problemy nauchnoj mysli [Problems of scientific thought]. 2019; 3(3): 61-65 doi:10.33920/med-08-2206-02 (in Russian)
5. Blagodir A.L., Hristoforov N.R. Sravnitel'nyj analiz porjadka attestacii rabochih mest i porjadka special'noj ocenki uslovij truda [Comparative analysis of the procedure for certification of workplaces and the procedure for special assessment of working conditions]. Zakony Rossii: opyt, analiz, praktika [Laws of Russia: experience, analysis, practice]. 2022;2–42-45 (in Russian)
6. Zezjulja O. G. Sravnitel'naja harakteristika uslovij truda i vremennoj netrudosposobnosti na predpriyatiyah odnogo profilja [Comparative characteristics of working conditions and temporary disability at enterprises of the same profile]. Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda [Health and environment]. 2011;19-274-277 (in Russian)
7. Volk E.A., Lipen' L.I. Problemnye voprosy attestacii rabochih mest po uslovijam truda [Problematic issues of certification of workplaces according to working conditions]. Trudovoe i social'noe parvo [Labor and social law]. 2019;2:30–39-44 (in Russian)
8. Bezrukova G.A., Pozdnyakov M.V., Novikova T.A. Ispol'zovanie cifrovyyh tekhnologij v social'no-gigienicheskom monitoringe sostoyaniya zdorov'ya rabotayushchih vo vrednyh usloviyakh truda. [The use of digital technologies in social and hygienic monitoring of the health status of workers in harmful working conditions]. Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]. 2021; 100(10): 157-162 (in Russian)
9. Ashmarin V.V., Blohincev A.A., Sorokina A.E., Mihajlova O.A. Procedura provedeniya special'noj ocenki uslovij truda v himicheskoy promyshlennosti. [Assessments of working conditions in the chemical industry are being carried out]. V sbornike: Kachestvo i innovacii v XXI veke. Materialy XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [In the collection: Quality and innovation in the 21st century. Materials of the XV International Scientific and Practical Conference]. 2017;46-54 (in Russian)
10. Kuznecov P. A., Uhabov V. M., Kirichenko L. V. Sostoyanie zdorov'ya trudovykh kontingentov v sovremennom proizvodstve ammiaka i karbamida (obzor) [The state of health of labor contingents in modern ammonia and carbamide production (review)]. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Scientific Research Journal]. 2024;11(149) doi:10.60797/IRJ.2024.149.14 (in Russian)

11. Pomytkina T.E. Sostoyanie zdorov'ya rabotnikov pri proizvodstve soedinenij azotnoj gruppy (obzor literatury) [Health status of workers in the production of nitrogen group compounds (literature review)]. Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]. 2014;3-39-45 (in Russian)
12. Karabalin S. K., Bekkhodzhaeva A. T. Prognoz razvitiya proizvodstvenno obuslovlennyh zabolevanij u rabochih proizvodstva fosfornyh mineral'nyh udobrenij [Forecast of the development of production-related diseases among workers in the production of phosphorous mineral fertilizers]. Vestnik KazNMU [Herald KazNMU]. 2019;2-128-130 (in Russian)
13. Karimova L.K., Muldasheva N.A., Zajdullin I.I., SHapoval I.V. Sravnitel'nyj analiz professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov razlichnyh himicheskikh proizvodstv na osnove ocenki uslovij truda i meropriyatiya po ego minimizacii. [Comparative analysis of occupational health risk for workers in various chemical industries based on an assessment of working conditions and measures to minimize it]. Medicina truda i ekologiya cheloveka [Occupational medicine and human ecology]. 2021; 2 (26): 23-36. (in Russian)
14. Kuznecov P.A., Uhabov V.M., Kirichenko L.V. Sostoyanie protivostolbnyachnogo i protivodifterijnogo immuniteta u rabotnikov vo vrednom proizvodstve ammiaka i karbamida [The state of tetanus and diphtheria immunity in workers in the harmful production of ammonia and carbamid]. Sovremennye problemy zdavoohraneniya i medicinskoj statistiki [Modern problems of health care and medical statistics]. 2024;3-33-43 doi: 10.24412/2312-2935-2024-3-33-43 (in Russian)
15. Jakimova T.N., Maksimova N.M., Markina S.S., Jackovskij K.A., et al. Sostojanie protivostolbnjachnogo antitoksicheskogo immuniteta u naselenija Rossijskoj Federacii v nastojashhee vremja [The current state of tetanus antitoxic immunity in the population of the Russian Federation]. Epidemiologiya i vakcinoprofilaktika [Epidemiology and vaccine prevention]. 2013;5:72–54-59 (in Russian)
16. Titkova E.V. Osobennosti obespecheniya promyshlennoj bezopasnosti na proizvodstve ammiachnoj selitry i karbamida. Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal [Features of ensuring industrial safety in the production of ammonium nitrate and carbamide]. Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal [Symbol of Science: International Scientific Journal]. 2019; 4:52-55 (in Russian)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Funding. The study did not have sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Кузнецов Павел Алексеевич – старший преподаватель кафедры общей гигиены и профильных гигиенических дисциплин, ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 614000, Россия, г. Пермь, ул. Петropавловская, 26, e-mail: pasha.kuz1997@gmail.com, ORCID:0009-0009-8839-5345, SPIN: 2393-1528

About the authors

Kuznetsov Pavel Alekseevich – senior lecturer of the Department of General Hygiene and Specialized Hygienic Disciplines, Perm State Medical University. E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya St., Perm, 614000, Russia, e-mail: pasha.kuz1997@gmail.com, ORCID:0009-0009-8839-5345, SPIN: 2393-1528

Статья получена: 15.07.2025 г.

Принята к публикации: 25.09.2025 г.