

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i, \text{ где}$$

$Y$  — уровень здоровья,  $x$  — факторы, участвующие в его формировании ( $i=1,2,\dots$ ),  $n$  — число факторов,  $a_i$  — коэффициенты регрессии,  $a_0$  — усредненное влияние прочих факторов на результивный признак (свободный член).

Преимущество данной модели заключается в простоте ее интерпретации. В частности, можно оценивать степень влияния каждого фактора на результивный признак с помощью коэффициентов эластичности и бета-коэффициентов. Множественный корреляционно-регрессионный анализ проведен в соответствии с требованиями статистики [1, 3, 5]. Факторами, оказывающими наибольшее влияние на результивный признак, оказались возраст, занятия гимнастикой, размер заработной платы, количество членов семьи, проживающих в квартире, употребление алкоголя, размер среднего дохода в расчете на одного члена семьи, семейное положение, уровень санитарной культуры, бытовые условия и удовлетворенность трудом. Включенными в модель факторами объясняется 46% вариаций изучаемой переменной ( $R^2=0,46$ ). Использование на практике математических моделей ЗВУТ необходимо считать очередным шагом вперед в решении проблем оптимизации управления охраной здоровья трудящихся.

Задачи дальнейшего снижения уровня ЗВУТ требуют разработки системной методологии в управлении здравоохранением. Дело охраны здоровья трудовых коллективов можно рассматривать как кибернетическую систему, которая имеет на «вводе» ресурсы здравоохранения и других отраслей народного хозяйства, трудовые коллективы и условия их жизнедеятельности. На «выходе» данной системы будут важнейшие характеристики здоровья, позволяющие количественно оценивать как его уровень, так и динамику.

Вполне очевидно, что проблема здоровья трудящихся решается не только и не столько органами здравоохранения, сколько предприятиями и хозяйствами, такими отраслями, как народное образование и культура, наука, строительство и транспорт, физкультура и спорт, социальные службы. Это показывают и разработанные нами математические модели заболеваемости.

Только совместными усилиями указанных отраслей, направленными в целом на первичную профилактику, можно укрепить здоровье населения. Связь между этими сферами может быть налажена в рамках целевой комплексной программы снижения уровня ЗВУТ и потерь рабочего времени в народном хозяйстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Венецкий И. Вестн. статист., 1981, 7.— 2. Гринина О. В. В кн.: Социальные проблемы здравоохранения. Труды 2-го МОЛМИ им. Н. И. Пирогова. Под ред. Ю. П. Лисицына. М., 1972.— 3. Четыркин Е. М., Калихман И. Л. Вероятность и статистика. М., Финансы и статистика, 1982.— 4. Шахгельдянц А. Е., Джавадян Г. Н. Сов. здравоохран., 1977, 4.— 5. Мордекэй Езекиэл, Карл А. Фокс. Методы анализа корреляций и регрессий. М., Статистика, 1966.

Поступила 29 апреля 1985 г.

УДК 628.1:614.777—078:616—084

### ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ СТАНОЧНИКОВ

*И. В. Чудновская, З. М. Берхеева, Н. С. Шамсутдинов*

*Курс профессиональных болезней (зав.— доц. И. В. Чудновская), кафедра микробиологии (зав.— проф. Н. Ф. Амфитеатрова) Казанского ордена Трудового Красного Знамени медицинского института имени С. В. Курашова*

Холодная обработка металлов резанием — наиболее распространенный процесс, в котором занято 14—20% всех рабочих металлообрабатывающей промышленности [4]. Технический прогресс обусловил широкое применение различных видов смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) для лезвийной и абразивной обработки металлов. По химической структуре все виды СОЖ подразделяются на углеводородные составы,

эмульсионные жидкости и водные растворы [3, 5]. К углеводородным средам относятся минеральные и растительные масла. Минеральные масла используются на производстве с добавлением различных функциональных присадок (антифрикционные, противозадирные, противоизносные). Главным компонентом эмульсолов является смесь минеральных масел с эмульгаторами. Кроме того, в их состав входят присадки (противоизносные, противозадирные, антипенные, бактерицидные, антикоррозионные). Рабочие эмульсии с содержанием концентрата от 3 до 10—20% готовят на производстве перед применением. Эмульгаторами служат соли высших органических кислот, соли нафтенных, алкилсерных и сульфокислот. Синтетические СОЖ представляют собой истинные растворы неорганических и органических веществ в воде.

В условиях производства используются две системы подачи СОЖ к металлорежущему оборудованию: индивидуальная (жидкость при этом циркулирует в замкнутой системе одного станка) и централизованная, которая охватывает группу станков. Последняя система применяется обычно при серийном и массовом изготовлении деталей и имеет преимущества вследствие более экономичного решения вопросов очистки, регенерации, а также контроля за качеством СОЖ.

В процессе эксплуатации эмульсионные СОЖ быстро истощаются, разлагаются и теряют свои технологические и санитарно-гигиенические свойства. Основными причинами ухудшения их качества являются микробное поражение и биологическая деструкция [1, 2, 7, 8]. Эти изменения эмульсий обычно происходят в выходные дни, когда оборудование не работает. В течение всего указанного времени масло в емкостях всплывает на поверхность, аэробные микроорганизмы используют кислород, содержащийся в жидкости. Таким образом, создаются анаэробные условия и становится возможным рост большого числа анаэробных микробов, среди которых основная роль в биологической деструкции эмульсий принадлежит сульфатредуцирующим бактериям [6, 7]. Вследствие быстрого размножения микроорганизмов в охлаждающей жидкости уменьшается концентрация основных ингредиентов, при этом образуются вредные продукты метаболизма микробов (неорганические и органические кислоты, сероводород, меркаптан, аммиак и др.).

Целью работы являлась оценка влияния микробной обсемененности СОЖ и воздушной среды механических цехов на состояние здоровья станочников.

Была определена микробная загрязненность эмульсионной СОЖ Укринол-1 в 120 пробах, отобранных на разных производственных участках. Для изучения количественного и качественного состава микрофлоры использовали общепринятые микробиологические методы. Пробы СОЖ разводили стерильной дистиллированной водой от  $10^{-1}$  до  $10^{-10}$  и каждое разведение засеивали по 0,1 мл на мясо-пептонный агар (МПА), кровяной агар, среды Эндо, Плоскирева и Левина. Посевы помещали в термостат при температуре  $33^{\circ}$  для роста сапрофитных бактерий и  $37^{\circ}$  для роста условно-патогенной и патогенной флоры и выдерживали в течение 7 дней. Результаты учитывали ежедневно. Для получения чистых культур различные колонии отсеивали на косой агар. Полученные чистые культуры идентифицировали по морфологическим, тинкториальным, культуральным и биохимическим свойствам. Из биохимических свойств изучали способность культур расщеплять лактозу, глюкозу, мальтозу, маннит и сахарозу, образовывать сероводород и индол, разлагать мочевины, восстанавливать нитраты в нитриты. 20 проб эмульсии исследовали на наличие анаэробных сульфатредуцирующих бактерий родов *Desulfovibrio* и *Desulfotomaculum*. Идентификацию грибов проводили на средах Сабуро и Чапека.

Для оценки микробной загрязненности воздушной среды рабочей зоны отбирали пробы воздуха (200 л) через пористые фильтры электрическим аспиратором. Затем фильтры снимали прокаленным пинцетом, помещали в чашку Петри с кровяным агаром и инкубировали в термостате при  $37^{\circ}$  в течение 24 ч. Выросший на среде налет снимали петлей, эмульгировали в пробирках с 2 мл физиологического раствора и по 0,1 мл засеивали на указанные выше среды, а также желточно-солевой агар (ЖСА) и среду с 1% раствором пропанида. Было проанализировано 14 проб воздуха.

Кроме того, мы изучали микробную флору кожи и носоглотки у 94 рабочих. С этой целью пораженные участки кожи предварительно тщательно промывали стерильным физиологическим раствором с помощью стерильного тампона. Материал для исследования с участков кожи, а также из зева и носа забирали двумя стерильными тампонами, которые помещали соответственно в сахарный и солевой бульоны; после 24-часовой инкубации в термостате пересевали на кровяной агар и ЖСА. Рост на чашках исследовали через 24, 48 и 72 ч. Из колоний выделяли чистые культуры и идентифицировали их.

Состояние здоровья изучали по данным поликлинического обследования 229 станочников (166 мужчин и 63 женщины, возраст—24—45 лет) двух крупных предприятий машиностроения, на которых проводились указанные микробиологические исследования. Возраст большинства рабочих (76%) составлял от 20 до 29 лет. Производственный стаж рабочих (операторы, наладчики, фрезеровщики, токари, зуборезчики, сверловщики) колебался от одного года до 10 лет, причем у 80% обследованных—от 2 до 5 лет. Все станочники обрабатывали стальные изделия на металлорежущих станках с использованием преимущественно эмульсионных СОЖ. В зону обработки изделия СОЖ подавались методом полива. Длительность циркуляции эмульсионной жидкости была от нескольких дней до 3 мес, иногда и до 200 дней. Масляные СОЖ эксплуатировались значительно дольше (до 6 мес и более).

Все обследованные станочники были разделены на 4 группы. Рабочие 1-й группы (118 чел.) обслуживали станки с централизованной подачей 3—5% эмульсии Укринол-1; 2-й (45 чел.)—контактировали также с этой эмульсией, но при индивидуальной системе циркуляции СОЖ в станках; в 3-й (42 чел.)—работали на металлорежущих станках с индивидуальной системой подачи эмульсии Укринол-1, но периодически пользовались и масляными СОЖ на минеральной основе (ОСМ-3, МР-99, ЛЗ-СОЖ1ПНО); рабочие 4-й группы (24 чел.) контактировали только с масляными СОЖ.

При обследовании рабочих 1-й группы заболевания кожи были выявлены у 11 (93%) человек, в том числе масляный фолликулит—у 2, дерматит—у 3.

Эндоскопическое исследование рабочих выявило у них хронические формы фарингита (15,2%), ринита (5,9%), ларингита (5,1%), тонзиллита (16,1%). Анализ частоты указанных заболеваний ЛОР-органов в зависимости от производственного стажа показал, что в группе с производственным стажем от 4 до 6 лет хронический фарингит был у 26,6% рабочих, хронический ринит—у 8,8%; при стаже до года—соответственно у 10,8% и 2,7%. Аналогичная зависимость выявлена и в отношении хронического ларингита. Хронический бронхит был установлен у 4 (3,4%) станочников, но кашель беспокоил их еще до работы на данном производстве.

Во 2-й группе различные заболевания кожи обнаружены у 8 (17,8%) рабочих, из них у 3 был масляный фолликулит, у 2—дерматит. У 5 обследованных со стажем работы от 4 до 6 лет был хронический фарингит, у 3—хронический бронхит, развившийся еще до поступления на данное предприятие.

В 3-й группе заболевания кожи имели место у 13 (30,9%) станочников, из них у 2—масляный фолликулит, у 7—дерматит. Хронический фарингит был диагностирован лишь у одного человека. Патологии бронхолегочной системы не отмечено.

Среди станочников 4-й группы поражения кожи были наиболее выраженными и встречались чаще (у 13 из 24 обследованных), чем в других группах. Масляный фолликулит был у 7, дерматит—у 4. Ни у одного из рабочих этой группы не выявлено патологии ЛОР-органов и бронхолегочной системы.

Заболевания кожи, вызванные действием СОЖ (масляный фолликулит, дерматит), наблюдались у станочников довольно часто (13,1%). Результаты обследования станочников показали, что наименьшая частота масляного фолликулита и дерматита отмечается у рабочих 1-й группы (4,2%), наибольшая—у станочников 4-й группы, контактирующих с масляными СОЖ (45,8%). Следовательно, эмульсия Укринол-1, особенно при централизованной ее подаче, более безвредна для рабочих, чем масляные СОЖ. Прослеживалась зависимость характера поражений кожи от контакта с разными видами СОЖ. При работе с масляными жидкостями развивались преимущественно масляные фолликулиты, а при контакте с эмульсией Укринол-1—дерматиты.

Патологии бронхолегочной системы нами не обнаружено. Однако хронические фарингиты встречались достоверно чаще среди рабочих, имеющих контакт с эмульсией Укринол-1.

Нами сопоставлена частота выявленной патологии у обследованных рабочих с результатами микробиологических исследований. Количественный состав микрофлоры СОЖ сильно варьировал. При централизованной системе подачи эмульсии Укринол-1 количество микробов в СОЖ составляло  $10^2$ — $10^6$  кл/мл. В пробах СОЖ, взятых от станков с индивидуальной системой циркуляции, наблюдалось более интенсивное микробное обсеменение, достигавшее в отдельных случаях  $10^8$  кл/мл и более.

Эмульсия была загрязнена главным образом почвенными бактериями. Среди них чаще высевались *Bac. mesentericus* и *Bac. typhoides*. На втором месте по частоте обнаруживались бактерии рода *Pseudomonas*, *Bac. cereus*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, нередко были и кокковая флора, в основном стафилококки (золотистый, сапрофитный и эпидермальный). В 18 из 20 исследованных проб были найдены анаэробные сульфатредуцирующие бактерии родов *Desulfovibrio* и *Desulfotomaculum*. Последнее место в микробной флоре занимали грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*,

Scladosporium, Mucor, Cephalosporium, а также дрожжи и дрожжеподобные грибы.

Бактериологическое исследование минеральных масел не проводили.

При микробиологическом исследовании воздуха рабочей зоны также были выделены почвенные бациллы *Bac. cereus*, *Bac. mesentericus* и *Bac. subtilis* (до 100 кл/м<sup>3</sup>), бактерии рода *Pseudomonas* (до 20 кл/м<sup>3</sup>). Плесневые грибы и дрожжеподобные микроорганизмы выявлялись в незначительном количестве (5—10 кл/м<sup>3</sup>). Патогенные кокки в воздухе рабочей зоны не обнаруживались. Однако из зева и носа у 70% рабочих, контактирующих с эмульсией Укринол-1, были высеяны 244 культуры стафилококков и стрептококков (173 культуры *St. aureus*, 44 — *St. ruogenes* и 27 — *St. epidermidis*). У лиц, имевших заболевания ЛОР-органов, золотистый стафилококк и стрептококки высеивались, как правило, в 10 — 100 раз чаще, чем у станочников с нормальным состоянием слизистой оболочки носоглотки.

Из участков патологических процессов на коже рабочих были выделены и изучены 642 различные культуры микробов (457 стафилококков, 83 гемолитических стрептококка, 34 дрожжеподобных микроорганизма, 56 бацилл и 12 псевдомонад). Из 457 стафилококков отмечено 212 культур *St. aureus*, 138 — *St. epidermidis*, 107 — *St. saprophyticus*. Все 83 культуры стрептококка относились к виду *St. ruogenes*. С пораженных участков кожи были выделены также 34 дрожжеподобных грибка *Candida albicans*, 30 культур рода *Bac. mesentericus*, 15 — *Bac. subtilis*, 11 — *Bac. cereus*. Кроме того, найдены 12 культур псевдомонад (*Ps. aeruginosa*). Существенной разницы в микрофлоре кожи рабочих, контактирующих с разными видами СОЖ, не выявлено.

Исследования позволили установить, что в процессе эксплуатации, и особенно при увеличении сроков использования, СОЖ подвергаются микробному загрязнению и биологическому разрушению, что сказывается на их физико-химических свойствах и соответственно отражается на здоровье рабочих. По нашим данным, эмульсии загрязняются преимущественно почвенными бактериями, что свидетельствует о ведущем значении почвенно-пылевого пути загрязнения СОЖ.

На предприятии, где используется преимущественно централизованная подача СОЖ к станкам, осуществляется регулярный (1—2 раза в неделю) лабораторный контроль за содержанием микроорганизмов в эмульсии. Результаты исследования позволяют проводить своевременную корректировку с помощью введения бактерицидных присадок, поддержания pH жидкости на необходимом уровне. Бактерицидные присадки вводятся при микробной обсемененности 10<sup>6</sup> кл/мл и более. При выявлении в эмульсиях анаэробных сульфатредуцирующих бактерий СОЖ необходимо заменить. Размножение большинства микроорганизмов приостанавливается при значениях pH 9,0—9,5. СОЖ, циркулирующая в станках с индивидуальной системой подачи, подлежит еженедельной смене без лабораторного контроля.

Полученные нами данные показали, что влияние СОЖ на организм человека обуславливается не только их физико-химическими свойствами, но и микробной обсемененностью. Наиболее интенсивное микробное поражение наблюдается при индивидуальной системе циркуляции СОЖ, что соответствует данным о состоянии здоровья станочников. Большая частота заболеваний кожи (масляные фолликулиты и дерматиты) выявлена именно у тех рабочих, которые обслуживают металлорежущие станки с индивидуальной подачей СОЖ.

По результатам исследований были разработаны оздоровительные мероприятия, направленные на профилактику заболеваний кожи и органов дыхания. Для станочников составлена памятка по технике безопасности при работе с СОЖ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Качан В. И., Алпатьева Т. А., Григорьева Г. П. Бактериальное разрушение СОЖ и методы его предупреждения. Микробиол. журн., Киев, 1981, 1.— 2. Кундиев Ю. И., Трахтенберг И. М., Поруцкий Г. В. и др. В кн.: Гигиена и токсикология смазочно-охлаждающих жидкостей. Киев, Здоров'я, 1982.— 3. Курчик Н. Н., Вайншток В. В., Шехтер Ю. Н. Смазочные материалы для обработки металлов резанием. М., Химия, 1972.— 4. Макотченко В. М., Михайловская Л. Ф., Шейнин Б. Я. и др. В кн.: Гигиена труда и профилактика профзаболеваний в металлообрабатывающей промышленности. Киев, Здоров'я, 1979.— 5. Худобин Л. В., Бердичевский Е. Г. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. М., Машиностроение, 1977.— 6. Bennelt E. O. Lubric. Engin, 1957, 13, 4.— 7. Hill E. C. Int. J. Indust. Med. Surg, 1970, 39, 2.— 8. Simordova M., Kyslingrova D. Cekoslovenska hygiena, 1975, 20, 4.

Поступила 21 мая 1985 г.