СОВЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ
СЕКРЕТАРИАТ

УТВЕРЖДАЮ
Постоянная комиссия СЭВ
по сотрудничеству
в области здравоохранения

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ОДЕЖДЫ И ОБУВИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ва - 1987

gost.e-ecolog.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ОДЕЖДЫ И ОБУВИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

I. Организация санитарно-гигиенического контроля за одеждой и обувью из полимерных материалов

В связи с массовым выпуском и широким потреблением одежды и обуви из полимерных материалов в настоящее время ощущается острая потребность в использовании методов всесторонней гигиенической оценки как в научно-исследовательских целях, так и в практической деятельности органов санитарного надзора.

Настоящие Указания предназначены для использования практическими врачами санэпидстанции, а также научно-исследовательскими учреждениями гигиенического и технологического профиля.

Санитарно-гигиенические требования к белью, платью, верхнему платью и к обуви из химических волокон и искусственной кожи заключается в следующем.

Белье (первый слой одежды) предназначается для очищения кожи от выделений (пота, кожного сала, отторгающихся частиц рогового слоя), микрофлоры и для защиты платья от загрязнения. Белье оказывает непосредственное влияние на температуру кожи и прилегающего к ней слоя воздуха.

Для того, чтобы белье способствовало нормальному функционированию кожи, бельевые материалы должны быть воздухопроницаемыми, гигроскопичными и влагоемкими.

Платье (второй слой одежды) вместе с бельем регулирует теплоотдачу в комнатных условиях зимой и в условиях открытой атмосферы в теплое время года. При этом должна обеспечиваться оптимальная температура кожи на уровне 32–34°С, а температура воздуха у кожи 29–32°С, абсолютная влажность у кожи от 12 до 14 мм рт.ст.

(относительная влажность 20–40%).

Верхняя одежда (третий слой одежды). Основным требованием к верхней одежде является ее теплозащитная способность, зависящая от запаса неподвижного воздуха, находящегося во всех слоях одежды, но, главным образом, в теплоизоляционном слое. Для обеспечения малой подвижности воздуха верхняя одежда должна быть ветрозащитной, мало воздухопроницаемой и достаточно герметизированной. В процессе использования в верхней одежде должна сохраняться постоянная толщина теплоизоляционного слоя. Наружное покрытие должно предохранять нижележащие слои от атмосферных осадков. Обязательным требованием является легкость и удобство покроя.

Положительной гигиенической оценки заслуживает одежда, отвечающая следующим требованиям:

1. *Одежда из химических волокон и обработанная специально* с целью придания ей стабильности линейных размеров, водоотталкивающих, огнезащитных и антиэлектростатических свойств, не должна быть источником запаха и выделения вредных химических соединений в концентрациях, опасных для здоровья.

2. Важные в гигиеническом отношении физические свойства одежды (сорбционные, теплозащитные, электростатические и др.) должны способствовать обеспечению оптимального состояния организма.

3. Напряженность электростатического поля на поверхности изделий должна быть не выше 0,3 кВ/см.

4. Каждый из слоев одежды (белье, платье, верхняя одежда) должны в полной мере отвечать своему назначению.

5. Уход за всеми слоями одежды (стирка, глажение, чистка, химчистка) должен обеспечивать полную их санацию.

Полимерные обувные материалы и изделия из них не должны иметь специфического запаха, выделять в окружающую среду биологически активных химических веществ, накапливать на своей поверхности статическое электричество (более 0,3 кВ/см).

Материалы для верха обуви должны быть паропроницаемыми, гигроскопичными, воздухопроницаемыми.

Обувь, изготовленная с применением комплекса полимерных материалов, должна обладать достаточной вентиляционной способностью и обеспечивать оптимальный для определенных условий эксплуатации внутриобувной микроклимат, не должны вызывать нарушений физиологических (опорных, терморегуляторных) функций нижних конечностей и связанных с ними неприятных ощущений и изменений теплового состояния организма, не должна способствовать росту патогенной микрофлоры и распространению заболеваний микозами стоп, должна обеспечивать возможность очистки от загрязнений как с внешней, так и с внутренней стороны.

Органом, имеющим юридическое право на выдачу заключения о выпуске изучаемой одежды и обуви, является Министерство здравоохранения страны.

Для проведения гигиенической оценки текстильных материалов и изделий из них учреждению, проводящему исследования, должна быть представлена следующая информация:

1. Химическое и товарное название волокна или материала (для смесей процентное содержание).

2. На основании каких ГОСТов, МРТУи и ТУ изготовляются представленные образцы.

3. Описание технологического процесса с указанием всех использованных химических соединений.

4. Описание методов определения мигрирующих компонентов из материалов в воздушную и водную среды.

Количество представляемых текстильных материалов и изделий зависит от объема исследований. Для проведения полного объема гигиенических исследований необходимо представить:

1. Для санитарно-химических, токсикологических и физиологических исследований – 8 $м^2$ текстильного материала.

2. Для проведения гигиенических исследований физиологическими методами в натурных условиях количество изделий должно быть не менее 10.

3. В случаях, когда результаты натурных исследований играют решающую роль (изучение влияния климатических условий, покроя, индивидуальной чувствительности и т.д.) необходимо обеспечение натурных исследований на 80-100 носчиках.

Образцы обувных материалов, направляемых на гигиеническое исследование, должны сопровождаться документом с указанием в нем следующих сведений:

1. Название материала и его назначение: а) для какой детали обуви, б) в каком виде обуви (зимняя, летняя, осенне-весенняя, для взрослых, детская) и конструкции будет использован, в) какие сочетания его с другими полимерными материалами возможны в готовом изделии.

2. Дата изготовления.

3. Рецептура и процентное соотношение входящих в нее исходных компонентов.

4. Выписка из технических условий с указанием физико-химических свойств исходных ингредиентов и физико-химических свойств материалов.

5. Технология производства.

6. Наименование учреждения-изготовителя.

Образцы обуви, направляемые на гигиеническое исследование, должны сопровождаться:

I. Характеристикой обуви, включающей в себя указания:

а) для каких условий эксплуатации предназначена данная обувь,

б) какие материалы и в качестве каких деталей их использовали,

в) метод крепления с указанием рецептурного состава клеевой композиции,

г) дата изготовления,

д) наименование учреждения-изготовителя.

2. Контрольными вариантами обуви, изготовленной целиком из натуральных материалов и с различными комбинациями их с полимерными в зависимости от содержания и назначения последних в опытном образце.

Для гигиенического исследования обувных материалов и обуви необходимо представлять образцы сразу после их изготовления. Образец материала должен быть площадью не менее 2 $м^2$, образцы обуви в количестве не менее 5 пар одного варианта и трех наиболее распространенных размеров. Для окончательной гигиенической оценки необходимо проведение опытной носки на людях-добровольцах.

2. Санитарно-химические исследования

В производстве современной одежды и обуви широко применяются химические волокна, искусственная кожа, текстильно-вспомогательные вещества для придания изделиям водоотталкивающих, антиэлектростатических, огнезащитных и других свойств, клей и др. В воздух пододежного и внутриобувного пространства при эксплуатации могут мигрировать незаполимеризированные мономеры, компоненты

вспомогательных веществ и другие соединения.

Выделяющиеся вещества при ингаляционном поступлении, резорбции через кожные покровы и непосредственном влиянии на кожу могут явиться причиной неблагоприятного биологического воздействия на организм человека.

Химическая стабильность полимерных материалов и изделий из них является одним из основных критериев гигиенической оценки современной одежды и обуви.

Гигиеническую оценку одежды и обуви следует начинать с проведения санитарно-химических исследований.

Последовательность проведения дальнейших этапов гигиенической оценки текстильных и обувных материалов и изделий из них зависит от результатов санитарно-химических анализов.

Целью санитарно-химических исследований является: 1) обнаружение возможного выделения вредных веществ из материалов и обуви в контактирующие с ними среды; 2) изучение интенсивности и динамики их миграции; 3) прогнозирование степени неблагоприятного влияния их на организм.

Современная одежда и обувь представляют собой, как правило, комплекс различных синтетических и искусственных материалов, каждый из которых является сложной полимерной композицией, содержащей целый ряд компонентов.

Рецептурный состав одежных и обувных материалов позволяет предположить возможность выделения капролактама, нитрила акриловой кислоты, хлорсодержащих веществ и мономеров каучуков (стирола, хлоропрена, дивинила, изопрена), растворителей (ацетона, диметилформамида, бутилацетат), формальдегида, оксиэтилированных, аминосодержащих и других веществ, являющихся исходными компонентами полимерных композиций. В связи с этим из материалов возможно

одновременное выделение нескольких веществ для определения и идентификации которых необходимы чувствительные и избирательные методы химического анализа.

Изучение химической стабильности полимерных текстильных обувных материалов и изделий из них должно проводиться в лабораторных и натурных условиях. Помимо полимерных материалов, санитарно-гигиеническому исследованию должны подвергаться также натуральные материалы, которые в настоящее время обрабатываются различными химическими соединениями для придания им более высоких эксплуатационных и эстетических свойств.

Использование для изготовления одежды и обуви комплекса различных полимерных материалов значительно осложнило санитарно-химическое исследование как в отношении идентификации выделяющихся химических веществ, так и факторов, обуславливающих химическую нестабильность одежды и обуви. В связи с этим возникла необходимость проведения исследования всех входящих в готовое изделие материалов, их исходных компонентов, деталей одежды и обуви и изделия в целом с учетом его конструкции и назначения.

Для определения качественной и количественной характеристики мигрирующих веществ в лаборатории создают более жесткие условия, чем те, которые имеют место при носке одежды и обуви в различных условиях окружающей среды. Это вызвано тем, что в процессе использования одежды и обуви выделение химических веществ может быть не установлено вследствие отсутствия достаточно чувствительных методов их определения для данных условий.

С целью определения миграции химических веществ в воздушную среду исследуемые образцы помещают в герметически закрытые емкости-эксикатора, из которых после определенных экспозиций отбирают пробы воздуха с помощью электроаспираторного устройства с учетом

5–10-кратного воздухообмена емкости. Длительность экспозиций обусловлена временем максимального накопления выделяющихся веществ, как правило, 3-е суток. Для определения влияния факторов времени и выветривания на миграцию химических веществ анализ воздушной среды, контактировавшей с исследуемыми образцами, необходимо проводить как сразу после изготовления, так и по истечении 1, 3, 6 месяцев хранения в условиях свободного доступа воздуха. Температурные режимы, при которых находятся образцы в эксикаторах, определяются условиями эксплуатации данного вида одежды и обуви и имеющими место при этом максимальными температурами пододежного и внутриобувного воздуха, а также условиями хранения одежды и обуви в помещении.

Токсические вещества, подлежащие определению устанавливают, исходя из рецептурного состава полимера и технологии его получения.

Поступившие на исследование образцы изучают органолептически на наличие или отсутствие запаха.

При исследовании степени миграции токсических веществ в воздух образцы закладывают в эксикаторы или камеры в следующих отношениях веса или площади всех поверхностей образца в объему площади.

а) Для материалов с весом 1 $м^2$ до 500 граммов – отношение веса образца к объему воздуха в герметической емкости должно быть 1:100, либо отношение площади образца к тому же объему емкости 1:1;

б) Для материалов с весом 1 $м^2$ свыше 500 граммов – отношение веса образца к объему воздуха в герметической емкости должно составлять 1:10, отношение площади образца к тому же объему емкости должно быть 1:10.

При исследовании готовых изделий (белье, платье, обувь) можно закладывать все изделие в закрытую емкость, исходя из указанных соотношений. Образцы выдерживают в течение трех суток, затем аспирируют воздух, который исследуют на содержание предполагаемых токсических веществ. После этого образцы вынимают из емкостец и выдерживают в течение 10 дней на открытом воздухе. По истечении этого времени их вновь помещают в емкости, выдерживают в течение трех суток и исследуют на содержание указанных веществ.

Материалы для одежды и обуви исследуют как при комнатной температуре, так и при нагревании до 37°С в течение суток. При необходимости температуру можно повысить до 60°С.

Отбор проб воздуха из емкостей осуществляется либо путем 6-10-кратного воздухообмена, либо путем вакуумирования.

Для выявления степени миграции токсических веществ из образцов в водную среду материалы погружают в нее в соотношении по весу:

$$\frac{\text{вес образца (г)}}{\text{объем воды (мл)}} = 1:10$$

В процессе эксплуатации одежды и обуви возможно увлажнение ее атмосферными осадками и потом. Миграция химических веществ в водную среду происходит более интенсивно и длительно, чем в воздух.

Исследуемые образцы перед погружением в водную среду измельчают на кусочки размером 1х1 см.

Образцы выдерживают в течение 1-3 суток в водной среде при комнатной температуре, а также при 37°С в течение 6 часов.

Для определения наличия вредных веществ, мигрирующих из исследуемой одежды и обуви в пододежное пространство, рекомен-

дуются методы, используемые при санитарно-химической оценке в лабораторных условиях. Местом отбора проб (в зависимости от назначения изделия) являются область спины, живота, поясницы, стопы (с внутренней стороны).

Скорость отбора проб составляет от 0,5 до 1 л/мин для одежды и до 0,2 л/мин для обуви. Отбор проб производится не ранее, чем после 2 часов носки.

Трубки из натурального каучука прикладываются к месту отбора пробы с выводом наружу перед началом опыта. Необходимо проведение контрольных исследований пододежного и внутриобувного пространства при носке одежды и обуви из натуральных материалов с использованием для отбора проб воздуха так же каучуковых трубок.

При санитарно-химическом исследовании определение миграции каждого вещества при одинаковых условиях следует производить не менее 5 раз. Учитывая, что воздух одного экземпляра, как правило, анализируется одномоментно на одно вещество, следует брать такое количество емкостей, которое бы позволило в минимальные сроки определить выделение всех предполагаемых веществ из исследуемого образца при различных температурных режимах и экспозиции не менее трех суток.

Наряду с указанными исследованиями для гигиенического заключения необходимо проведение в условиях жилища или аналогичного помещения, где хранятся изучаемая одежда и обувь, моделируя натурные условия. В случае обнаружения в натурных условиях больших количеств токсических соединений, значительно превышающих предельно допустимые концентрации веществ в атмосферном воздухе, дальнейшее гигиеническое исследование может быть прекращено, при этом изучаемый объект должен считаться неприемлемым для использования населением, о чем составляется соответствующее заключение.

Основание для отклонения исследуемых изделий является также обнаружение в пододежном и внутриобувном пространстве токсических веществ после трех месяцев со дня изготовления (хранение при проветривании). Отсутствие выделения токсических веществ или наличие их в безвредных концентрациях в воздушной и водной средах свидетельствуют о достаточной химической стабильности исследуемых образцов.

Химически стабильные текстильные и обувные материалы, одежда и обувь из них проходят дальнейшее исследование в лабораторных условиях для изучения важных в гигиеническом отношении физических свойств и в условиях опытной носки.

3. Токсикологические исследования

Целью исследований является выявление неблагоприятного действия на организм химических веществ, мигрирующих из текстильных и обувных полимерных материалов и изделий. Возможность негативного воздействия на организм и необходимость проведения токсикологических исследований обусловлены сложным рецептурным составом полимеров и содержанием в них биологически активных веществ; отсутствием сведений о токсикологических свойствах и характере воздействия на организм отдельных веществ или их комбинаций, мигрирующих из одежды и обуви, в процессе ее эксплуатации, кроме того, возможностью комбинированного и комплексного действия выделяющихся из одежды и обуви вредных веществ.

Методика проведения токсикологических исследований, а также оценка их результатов в значительной степени зависит от того, для какого слоя одежды или обуви предназначен материал и каковы будут условия эксплуатации изделия.

Определение биологической значимости мигрирующих из текстильных и обувных материалов токсических веществ производится в каждом конкретном случае в соответствии с характером действия вещества (по литературным данным), степенью изученности других веществ, близких к нему по химическому строению и физико-химическим свойствам.

Постановка токсикологического исследования преследует следующие цели:

а) изучение токсичности самого полимера, пропиток, красителей, отбеливателей, замасливателей, антистатиков, клеев, растворителей и т.п.;

б) изучение токсичности веществ, мигрирующих из материалов, идущих на изготовление одежды и обуви.

В первом случае выявляют наиболее опасные в биологическом отношении компоненты полимеров.

Во втором оценивают опасность действия на человека реальных концентраций токсических веществ, мигрирующих из текстильных и обувных материалов при использовании одежды и обуви.

При постановке токсикологического эксперимента желательно использовать молодых половозрелых животных. В опыте целесообразно использовать крыс весом 110–120 г, мышей 16–17 г, животные должны быть одного пола, предпочтительнее самцы. Учитывая видовую чувствительность животных к ядам опыты желательно проводить на двух видах животных, количество животных в группе должно быть не менее 10 для мышей и 5 для крыс.

В течение опыта ведется ежедневная регистрация общего состояния животного (внешний вид, поведение, количество поедаемого корма). Один раз в неделю животных взвешивают. До начала интоксикации у животных снимают фоновые показатели по принятым в экс-

перименте тестам.

Изучение биологического действия факторов малой интенсивности требует проведения не менее 45-дневной затравки животных для выявления реакций организма и патологических сдвигов, происходящих в нем, а также применение наиболее чувствительных интегральных и специфических методов исследования.

По прекращении затравки животных убивают декапитацией. Организм и ткани подопытных животных подвергают макроскопическому осмотру и гистологическому исследованию. Наиболее характерным путем поступления в организм токсических веществ, мигрирующих в пододежное пространство в условиях использования одежды и обуви, является кожный путь. Известно, что кожный путь поступления ядов в организм для целого ряда веществ, в частности, для фосфорорганических, некоторых растворителей и др. является наиболее характерным.

При проведении токсикологических исследований текстильных и обувных материалов, а также ряда мономеров, пропиток рекомендуется изучение местно-раздражающего, аллергенного и резорбтивного действия при помощи накожных аппликаций с нанесением на боковую поверхность тела животного (морские свинки, крысы, кролики). Изучение кожно-резорбтивного действия как чистых препаратов, так и водных вытяжек производится также методом хвостовых аппликаций на белых крысах и мышах.

Метод хвостовых аппликаций является достаточно объективным критерием, дающим возможность создать определенные, легко воспроизводимые условия количественного и качественного воздействия яда при поступлении его в организм.

Для хвостовой затравки белых крыс и мышей используют специальные "домики".

Затравка проводится в течение полутора месяцев ежедневно на протяжении двух часов (остатки изучаемого вещества удаляются с кожи при помощи фильтровальной бумаги). Хвостовую затравку можно прекращать ранее установленного срока в случае, если на коже появляются язвы или некротические явления. При необходимости сокращения срока опыта также как и для облегчения изучения действия малых концентраций токсических веществ, мигрирующих в водные вытяжки из текстильных материалов, можно использовать различные функциональные нагрузки. Выбор соответствующих показателей и методов токсикологических исследований в каждом конкретном случае определяется специфическими особенностями и концентрацией ведущих или наиболее значимых в гигиеническом отношении компонентов, мигрирующих в водную среду.

Рекомендуется использование биохимических, физиологических, иммунологических, патоморфологических и др. методов исследования. Необходимо изучать вес, поведение животных и реакцию ЦНС (суммационно-пороговый показатель, ориентировочные реакции, изменение мышечной работоспособности и др.), ферментативную активность органов (активность холинэстеразы и др.), состав периферической крови, обменные процессы, деятельность желез внутренней секреции, белковые фракции, а также отдаленные последствия (мутагенез, тератогенез, канцерогенез и др.).

При оценке полимерных материалов, предназначенных для изготовления изделий детского ассортимента, исследования должны предусматривать проведение токсикологического эксперимента с учетом возрастной реактивности.

Животные с момента рождения находятся в клетке, дно которой устилается исследуемым полимерным материалом. При этом для создания экспериментального гнезда новорожденным дополнительно вно-

оттел измельченный материал. По мере загрязнения материал заменяется новым, желательно ежедневно в строго фиксированное время, что можно сочетать с чисткой клеток или кормлением животных. В помете оставляют 8 или 10 новорожденных животных, число их может изменяться в зависимости от вида животного и задач исследования, но в пределах одного определения токсичности полимерного материала должно быть всегда строго постоянным для получения надежных данных. Новорожденных крысят оставляют в клетке с матерью до 21 дня жизни, затем мать отсаживают. Для оценки роста и развития животных взвешивают в возрасте 1, 7, 14, 21, 30, 45, 60, 90 дней всегда в определенное время. Вычисляется относительная и абсолютная скорость роста, константа роста. В зависимости от задач исследований взвешивание может проводиться и в другие сроки: ежедневно, 1 раз в 5 дней, еженедельно и т.д. Оценка развития проводится по времени появления шерстного покрова, открытия глаз, ушей, прорезывания резцов, открытия половой мембраны, выпускания семенников и появления первого эструса методом влагалищных мазков. В указанные сроки регистрируется частота сердцебиений и дыханий в состоянии покоя. Для этой цели можно использовать регистрацию ЭКГ и пневмограммы. Кроме того, определяют потребление O_2 в состоянии покоя. Исследование предусматривает параллельное наблюдение за контрольными животными. Контрольные животные находятся в идентичных условиях содержания и питания, но не подвергаются воздействию полимерных материалов.

Изучение биохимических, иммунологических, патоморфологических и др. показателей проводятся по общепринятым методам с учетом токсикодинамики полимерного материала.

Вскрытие подопытных и контрольных животных проводится в процессе эксперимента (в указанные сроки) для оценки веса внут-

ренних органов и выявления характера их роста.

Оценка результатов токсикологического исследования дает основание еще до внедрения в промышленность исключить вредные вещества из полимерной композиции, состава пропиток, аппретов и др., используемых для синтеза полимерных материалов и отделки одежды и обуви.

При гигиенической оценке проводится изучение кожно-раздражающего и аллергенного действия полимерных материалов, которые являются важными показателями для решения вопроса о возможности применения их в готовых изделиях.

Наиболее подходящими видом животных для изучения кожно-раздражающего действия являются морские свинки и кролики.

При проведении кожных аппликаций на протяжении затравочного периода обращается внимание на кожную реакцию. Отмечают начало появления и продолжительность реакции, раздражения в виде различно выраженной гиперемии, экскориации, сухости кожи, шелушения, образования сухих корочек, папулезных элементов, пятнистых высыпаний, появление трофических язв, либо некротических явлений и т.п.

Важным показателем является определение аутофлоры и бактерицидности кожи.

О сенсибилизации организма животных судят по титру (порогу реактивности) сенсибилизации, а также по проявлению реакции кожи на новом участке, так и по обострению первичного очага поражения кожи (реакции воспламенения) и по изменению неспецифических показателей аллергического процесса (количеству эозинофилов и базофилов в крови, показателю тромбоцитопении). С целью обнаружения в организме специфических аллергических антител применяют прямые пробы со скарификацией на коже, внутрикожные пробы, пробы с внут-

ривенным переносом сыворотки сенсибилизированного животного здоровому – реципиенту, лейкоцитическую реакцию – феномен склеивания циркулирующих в крови лейкоцитов, реакция специфического лизиса лейкоцитов, реакция Уфнье и др. Наиболее распространенными методами по выявлению повышенной чувствительности организма к химическим веществам являются компрессные и капельные методы.

Для определения возможных сдвигов иммунологической реактивности у животных, подвергнутых воздействию химических веществ и их комплексов, определяют титр накопления антител в сыворотке крови и Ви-антигены брюшнотифозных бактерий с помощью реакции пассивной гемоглютинации с эритроцитарным (Ви-диагностикумом).

Основными этапами воспроизведения аллергенного контактного дерматита являются:

1. Предварительный подбор дозы и концентрации, не вызывающих выраженного местно-раздражающего действия на кожу.

2. Многократные эпикутанные аппликации изучаемых веществ для воспроизведения сенсибилизации.

3. Оценка состояния сенсибилизации методом кожных проб на интактных участках кожи.

Воспроизведение сенсибилизирующего действия химического вещества проводят путем многократных аппликаций в течение 20-ти дней минимально-раздражающей дозой, с последующим чтением (через 24-48 часов) ответных реакций на раздражающие аппликации на интактных участках кожи.

В том случае, когда в опытах на животных установлено, что изучаемые химические вещества не обладают сенсибилизирующим действием, для уточнения проводят капельные и компрессные аппликационные пробы на людях.

При обнаружении сенсибилизирующих свойств у изученных ве-

ществ они не могут быть допущены к практическому применению, даже если последние не обладают первичным раздражающим действием.

4. Исследования физических свойств.

В случае отсутствия отрицательного биологического действия текстильных и обувных материалов гигиеническое изучение следует продолжить исследованием физических свойств, важных в гигиеническом отношении, физиологических реакций организма, микробной обсемененности и проведением массовой опытной носки в реальных условиях использования одежды и обуви.

Исследование физических свойств текстильных и обувных материалов является важной частью гигиенического изучения. Эти исследования включают в себя определение таких параметров, как вес, толщина, объемный вес, пористость, а также свойств материалов, оказывающих влияние на теплозащитные и влагопроводящие свойства (коэффициент теплопередачи, воздухопроницаемость, паропроницаемость и др.).

Допустимые величины определяемых физических показателей весьма широко варьируют в зависимости от слоя одежды (белье, платье, верхняя одежда), условий, для которых предназначена одежда (помещение, открытое пространство), климатический район, сезон года) и характера мышечной активности (работа, покой) и возрастных особенностей.

Прежде всего определяется вес и толщина текстильных материалов, а также их теплозащитные свойства.

Подлежащие исследованию образцы выдерживают в течение суток в развернутом виде при температуре воздуха 20±3°С и относительной влажности 65±5%.

Объемный вес рассчитывают по формуле путем соотношения веса и толщины ($г/см^3$), пористость – путем отношения объемного веса к

к удельному (%) или объема пор к общему объему образца.

Теплозащитные свойства текстильных и обувных материалов определяют на приборе[x)] по коэффициенту теплопроводности или коэффициенту термического сопротивления.

В гигиенических исследованиях воздухопроницаемость необходимо определять методом Рубнера при давлении 0,42 мм водного столба.

О величине паропроницаемости судят по уменьшению веса стаканчиков с водой, покрытых исследуемыми образцами, по сравнению с открытым сосудом за определенное время (6 часов). Расчет ведут в мг/см^3 час.

Гигроскопичность, т.е. количество влаги, адсорбированной материалом из окружающего воздуха за определенное время, определяют в естественных условиях внешней среды и при 100% относительной влажности. Результаты выражают в %, которые характеризуют отношение веса образца после испытания к постоянному весу его, полученному путем высушивания. При определении гигроскопичности в условиях 100-й влажности образцы помещают в эксикаторы, насыщенные водяными парами. Взвешивание образцов производят в первый день исследования через каждый час, 6 раз подряд, затем через 24 часа пребывания их в емкостях.

Максимальная водоемкость – способность материалов или их "пакетов" удерживать воду при погружении их в нее на определенное время (48 часов), определяется по разности веса образцов до и после погружения (г). Минимальная водоемкость определяется последующим отжатием и промоканием между листами фильтровальной бумаги и выражается в % к первоначальному весу.

Испаряемость – свойство материалов или их "пакетов" отделять промежуточную влагу путем испарения, выражается в количест-

ве испаряющейся влаги в г·см^2 образца за I час.

Капиллярность материалов, обуславливающую их способность впитывать влагу с поверхности кожи, определяют путем погружения в подкрашенную воду на I5 мм полосок материала размером 25х2,5 см и фиксацией высоты подъема жидкости по капиллярам материала за I час/мм/час. Степень капиллярного поднятия жидкости отмечают каждые I0 минут.

Электризуемость полимерных материалов определяют по величине напряженности электростатического поля без натирания и при легком натирании поверхности образца тыльной стороной ладони и выражают в киловольтах на см/кв/см.

Определение эффекта электризуемости или антистатической обработки текстильных и обувных материалов и изделий должно проводиться как в лабораторных условиях, так и в условиях реального использования одежды и обуви (опытная носка). Для исследований необходимо иметь опытный и контрольный образец изделий. Измерения проводятся с помощью существующих приборов.

Порядок измерения следующий:

Материалы (0,5–I м^2) раскладывают на столе и проводят замер напряженности электростатического поля на поверхности материала в покое, затем с натиранием материала (тыльной стороной ладони 5 раз). Следует учитывать также время стекания заряда.

При замерах следует учитывать температуру и влажность окружающего воздуха, сезон года, т.к. это оказывает значительное влияние на электризуемость.

Эффект электризуемости материалов и изделий оценивают по сравнению с установленными допустимыми величинами 0,3 кВ/ом. Если величина заряда превышает допустимую величину в I,5–2,0 раза, то антистатическая обработка не может считаться эффективной.

Для некоторых изделий (бельё, внутренняя обувь) замеры напряженности электрического поля проводят после стирки.

Загрязняемость текстильных и обувных материалов характеризует способность их в процессе носки обуви адсорбировать органические и неорганические вещества, являющиеся продуктами отделяемого кожей и в результате внешнего загрязнения (пыль, моющие и чистящие вещества).

Загрязняемость органическими веществами определяют по показателям окисляемости, а неорганическими – по содержанию хлоридов на I $м^2$ материала. Исследования проводятся после 3-х и 5-ти дневной носки одежды и обуви путем смыва с поверхности материалов.

5. Физиологические исследования

Целью этих исследований является оценка влияния одежды и обуви из полимерных материалов на функциональное состояние организма человека в зависимости от климато-географических условий, сезона года, возраста, физической нагрузки и пр. Эти исследования могут быть проведены как в камеральных, так и в натурных условиях. Изучение зависимости теплового состояния человека от теплозащитных свойств одежды и обуви проводится на практически здоровых людях, подобранных по возрасту, весу, росту, характеру питания, так как различия, обнаруженные в организме человека при ношении одежды и обуви, могут в значительной степени зависеть от исходного состояния разных испытуемых.

Исследования проводятся на 5 испытуемых путем 3-кратного повторения опыта. До начала опыта испытуемые должны в течение 40–50 минут находиться в комфортных условиях при температуре +20 – +22°С, т.к. в течение этого времени устанавливается стационарный режим

теплообмена человека с окружающей средой при минимальном напряжении терморегуляторных реакций, после чего производится регистрация изучаемых показателей (фон). Длительность опыта составляет 1,5 часа, в течение которых показатели регистрируются через каждые 30 минут. Если испытуемый отмечает дискомфортное состояние замеры необходимо произвести в этот момент. Исследования проводятся до ощущения "холодно" или "жарко"; если эти ощущения не появляются к концу 1,5-часового опыта исследуемые одежда и обувь считаются соответствующими изучавшимся метеоусловиям и могут быть рекомендованы населению. Исследования проводятся в метеорологических условиях, соответствующих назначению изделия в одно и то же время суток. Наряду с исследуемой частью комплекта одежды остальные ее части подбираются так, чтобы они по своим теплозащитным свойствам соответствовали сезону года и были бы одинаковыми у всех испытуемых.

Для суждения о теплообменных процессах организма человека изучается температура тела и кожи, радиационно-конвективный теплообмен, влагопотери, теплопродукция, интенсивность потоотделения, а также показатели пододежного и внутриобувного микроклимата (температура, влажность). Температуру кожи, плотность теплового потока, интенсивность потоотделения измерят в следующих точках: лоб, кисть, грудь, бедро, голень, стопа.

Термическое сопротивление одежды и обуви рассчитывается по следующей формуле:

$$= \frac{T_к - T_о}{0} - 0{,}15 \text{ м}^2\cdot\text{град/Вт}$$

– термическое сопротивление одежды (обуви);

$T_к$ – средневзвешенная температура кожи;

$T_о$ – температура наружной поверхности одежды (обуви);

Q – средневзвешенный тепловой поток с поверхности кожи;

0,15 $м^2$.град/Вт – термическое сопротивление воздуха.

При изучении терморегуляторных реакций большой удельный вес занимает исследование уровней тепловых потоков с поверхности тела человека, что позволяет оценивать теплозащитные свойства одежды и обуви в связи с непосредственным ее назначением, которое заключается в снижении радиационно-конвективных теплопотерь.

Теплопотери испарением рассчитываются на 1 час и определяются путем взвешивания человека на медицинских весах до начала и в конце опыта. Полученная разница в весе (в граммах) умножается на 585 кал. и, таким образом, определяется теплоотдача путем испарения.

Одновременно с измерением тепловых потоков производится измерение температуры кожной поверхности, температуры воздушной прослойки пододежного и внутриобувного пространства.

При измерении тепловых потоков и температур комплект датчиков крепится на кожу испытуемых, а разъем выводится наружу и подвешивается к полсу. Во время опытов нельзя поправлять датчики на коже, производить на ней какие-либо замеры и т.п., так как это будет нарушать пододежный и внутриобувной микроклимат, что повлечет за собой изменение тепловых потоков, температуры кожи и воздушной прослойки, вследствие чего будет получена неправильная информация о теплозащитных свойствах одежды и обуви.

Тепломеры и температурные датчики крепятся на коже и в 6 точках при исследовании одежды и в 8 точках – при исследовании обуви.

Для суждения о теплообменных процессах и условиях теплоотдачи рассчитываются средневзвешенные значения температуры кожи и теплового потока человека с поверхности тела человека. При опре-

делении абсолютного количества тепла, отдаваемого организмом в окружающую среду, расчет производится на всю поверхность тела испытуемого.

Средневзвешенная температура кожи, т.е. температура ряда областей тех доли, которую каждая область занимает в общей поверхности тела, вычисляется по следующей формуле:

$$T_{с.в.т.} = 0,07\ T^{o}_{лба} + 0,5\ T^{o}_{груди} + 0,05\ T^{o}_{кисти} + 0,18\ T^{o}_{бедра} + 0,13\ T^{o}_{голени} + 0,07\ T^{o}_{стопы}\ x)$$

При расчете средневзвешенной температуры стопы температура пальцев, тыла и свода стопы учитывается отдельно (T^{o}стопы = 0,012 T^{o}пальцев стопы + 0,04 T^{o} тыла стопы + 0,018 T^{o}свода стопы). Аналогично вычисляется средневзвешенный тепловой поток.

Для оценки средневзвешенной температуры кожи у детей дошкольного средневзвешенный тепловой поток.

Для оценки средневзвешенной температуры кожи у детей дошкольного возраста данная формула недостаточно надежна в связи с иными пропорциями тела. Поэтому в дополнение к этой формуле оценку физического компонента терморегуляции следует проводить по величине продольных градиентов, т.е. разности температур груди и стопы, груди и кисти по формулам:

$$\text{прод} = T_{гр} - T_{ст} \quad (1)$$

$$\text{прод} = T_{гр} - T_{кисти} \quad (2)$$

где прод. – продольный температурный градиент

$T_{гр}$ – температура кожи груди в ^{o}C

$T_{кисти}$ и $T_{ст}$ – температура кожи кисти (тыл) и стопы (тыл) соответственно в ^{o}C.

И поперечных градиентов по формулам:

I) попер. = Т ядра – Т конечностей, где

а) Т ядра – температура в подмышечной впадине в ^{o}C (для детей

ясельного возраста и дошкольного возраста) или ректальная для детей грудного возраста.

б) Т конечностей – средняя арифметическая температура кистей и стоп.

2) поперечное = Т ядра – Т груди, где

Т ядра – то же, что и в (I)

Т груди – температура кожи груди в ^{o}C.

Для более детальной оценки терморегуляции у детей вычисляется термический индекс кровообращения (величина обратная коэффициенту теплоизоляции) по формуле:

$$= \frac{T_к - T_с}{T\ ядра - T\ к}$$

Тк – температура кожи (грудь или стопа) в ^{o}C

Тс – температура окружающей среды в ^{o}C

Т ядра – температура (подмышечная впадина или ректальная) в ^{o}C.

Температура тела измеряется в подмышечной впадине до начала и после окончания опыта медицинским термометром.

Параллельно с определением величин тепловых потоков в начале и в конце опыта у испытуемых методом непрямой калориметрии определяется уровень теплопродукции. Перспираторный газообмен при этом учитывается путем прибавления к величинам теплопродукции 1,7%.

Влажность пододежного и внутриобувного пространства регистрируется с помощью термоэлектрических датчиков.

Теплоощущения испытуемого регистрируются по 5-ти бальной шкале (жарко, тепло, комфортно, прохладно, холодно). Интенсивность потоотделения определяется с помощью измерения электросопротивления кожи: очень слабое. 100 ком и выше, слабое – 300+1000 ком, среднее – 100 + 300 ком., сильное – 100 ком и меньше.

При проведении исследований регистрируется – показатели метеорологических условий внешней среды (температура, влажность и скорость движения воздуха).

Результаты исследований выражаются в единицах международной системы СИ.

6. Микробиологические исследования

Количество микробов, накапливающихся на поверхности полимерных материалов, зависит от химического состава полимера, толщины, гигроскопичности, пористости материалов, влагоемкости. Для этих целей могут быть использованы методы микробиологического и бактерицидного, фунгистатического и фунгицидного действия.

Для суждения о степени бактериального загрязнения одежды и обуви определяют общую микробную обсемененность и обсемененность санитарно-показательными микроорганизмами. При этом контролем служат одежда или обувь их натуральных материалов. Микробиологические исследования белья и внутреннего пространства обуви (чулки, носки, стельки) из химических волокон проводится с целью определения очистительной способности по отношению к микрофлоре кожи. Кроме того, исследуется антибактериальные свойства, предпосылкой к проведению которых служат данные санитарно-химических исследований.

При изучении микробной обсемененности поверхности кожи и белья, внутренней обуви их химических волокон образцы исследуемых материалов стерилизуют. Стерилизация проводится облучением ультрафиолетовой бактерицидной лампой в течение часа на расстоянии 15 см. Исследуемые образцы лоскутов белья (10 х 10 см) закрепляют внутри к поверхности белья: два на уровне поясницы. Ис-

питуемые перед опытом проходят полную санитарную обработку. После трех суток носки белья или исследуемых образцов определяется бактериальная обсемененность поверхности кожи в области их прилегания и обсемененности исследуемых материалов. Универсальным санитарным показателем служит общее бактериальное загрязнение (микробное число). Общая микробная обсемененность поверхности кожи определяется методами отпечатков агара на стекле и модифицированным методом отпечатков.

Модификация метода отпечатков заключается в следующем: основой для нанесения питательной среды служит марля. Чашку Петри с помещенным в нее кусочком марли стерилизуют, а затем заливают питательной средой. После застывания агаризованную поверхность марли достают из чашки (за "хвостики") и прикладывают к поверхности кожи. Подсчет колоний производят через 24–48 часов после инкубирования в термостате.

При определении общей микробной обсемененности белья оправдали себя метод встряхивания материала над питательной средой и метод с вымыванием микроорганизмов из материала.

Выживаемость микроорганизмов на белье определяют по следующей методике. Стерильные образцы тканей размером 4 $см^2$, помещенные в чашки Петри, заражают капельным методом патогенной микрофлорой из расчета 4 х 10 $см^3$ микробных тел на образец. По истечении 45 минут образец извлекают и делают отпечаток на питательную среду. При необходимости точного количественного учета зараженный образец помещают в 100 мл физиологического раствора. После экспозиции 45 мин. 1 мл раствора высевают на питательную среду. Учет выживших микроорганизмов производят ежедневно до полного прекращения высевания микроорганизмов.

Для изучения антибактериальных свойств лоскут материала пло-

дощью 4 см^2 помещают на поверхность стерильного агара в чашку Петри. Чашку с исследуемым материалом хранят 6–7 дней в рефрижераторе при 5–8^{0}С. После этого на всю поверхность агара покрытыми наносят 0,2 мл взвеси тест-микробов 18–20-ти часовой культуры с таким расчетом, чтобы общее число инокулированных микроорганизмов составляло 10^5. Зону подавления роста определяют через 24–48 часов инкубации посевов при температуре –37^{0}С.

При оценке полученных результатов следует иметь в виду, что чем больше накопление микроорганизмов на белье и внутренней обуви, тем меньше их остается на поверхности кожи, т.е. белье или внутренняя обувь обладает высокой очистительной способностью.

7. Изучение одежды и обуви из полимерных материалов в процессе опытных носок

Опытная носка является заключительным этапом гигиенической оценки одежды и обуви.

Режим опытных носок устанавливается в соответствии с условиями эксплуатации одежды и обуви с учетом длительности их ношения в течение дня, общей продолжительности использования, климатических условий, возрастных и половых особенностей, трудовой деятельности. При этом регистрируются показатели погодного комплекса.

Опытная носка должна проводиться не менее чем на 100 практически здоровых добровольцах с использованием анкеты (приложение 1). Большинство вопросов в анкете ставится в виде альтернативы, что значительно облегчает статистическую обработку, анализ анкетных данных и не вызывает затруднений при ответах участников опытной носки.

При опросе испытуемых отмечаются их субъективные ощущения

и самочувствие, жалобы, возникшие при ношении одежды и обуви, оценка теплового состояния, запаха материалов, электризуемость, удобство одежды и обуви и пр.

Осмотр кожных покровов тела (совместно с дерматологом) и опрос испытуемых проводится каждую неделю в течение всего периода ношения одежды и обуви. При возникновении явлений раздражения кожи регистрируется интенсивность и время их появления после начала носки, количество отмеченных случаев.

При исследовании одежды, обработанной химическими соединениями водоотталкивающих, водо- огнезащитных и других свойств, анкета может быть дополнена специальными вопросами. При анализе данных, получаемых в результате опытной носки, необходимо учитывать весь комплект одежды (сочетание белья, платья, верхней одежды, обуви), т.к. электризуемость, раздражение кожи, микроклимат пододежного пространства и другие показатели во многом зависят от количества и соотношения слоев одежды и вида материалов (сочетание различных полимерных и натуральных материалов).

Результаты опытной носки на ограниченном числе участников могут явиться основанием для составления плана проведения массовой опытной носки (не менее 1000 человек). Для проведения массовой опытной носки разработана специальная анкета, включающая гигиеническую характеристику испытуемой одежды (приложение 2). На анкете указывается адрес гигиенического учреждения, проводящего опытную массовую носку.

Результат массовой опытной носки, наряду с другими исследованиями, является одним из оснований для рекомендаций по промышленному внедрению и использованию населением изучаемого изделия.

Комплексный анализ результатов санитарно-химического и токсикологического исследований при выявлении неблагоприятного био-

логического действия является основанием для отклонения тех или иных полимерных материалов, изделий из них, а также текстильно-вспомогательных веществ, пропиток и др.

Исследования, проведенные с применением физико-гигиенических и физиологических методов в лабораторных и натурных условиях, выявившие нарушение комфортного состояния человека во время эксплуатации одежды и обуви, служат обоснованием для гигиенических рекомендаций промышленным предприятиям и технологическим институтам по усовершенствованию технологии изготовления того или иного изделия. Основным критерием гигиенической оценки служит массовая опытная носка применительно к реальным условиям эксплуатации в различные сезоны года и в различных климатических районах. В том случае, если в условиях массовой носки с применением опросных анкет выявлены у отдельных лиц (2% и более) явления кожно-раздражающего и сенсибилизирующего действия, то должны быть даны гигиенические рекомендации для исключения химического компонента, вызывающего отрицательные явления.

Учитывая, что одежда и обувь являются наиболее массовым видом продукции народного хозяйства, полноценная гигиеническая оценка должна осуществляться проведением всего комплекса вышеперечисленных методических приемов.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВАРИАНТ АНКЕТЫ ДЛЯ ОПЫТНОЙ НОСКИ

I. Нравится ли Вам это изделие ! /да, нет/.
2. В какой период целесообразно носить это изделие /жаркий, теплый, прохладный, холодный/!?
3. Холодно, тепло или прохладно в этом изделии?!
4. Вызывает ли это изделие повышенную потливость /да, нет/?!
5. Если отмечается потливость, то когда /постоянно- при повышенной температуре воздуха, во время работы/?!
6. Прилипает ли изделие к телу при потении /да, нет/ ?
7. Бывают ли у Вас ощущения духоты при использовании этого изделия /да, нет/?!
8. Какой покрой этого изделия Вы бы предпочли /свободный, облегающий/
9. Имеют ли место электростатические явления /да, нет/ ?!
I0. В чем проявляется /покалывание, неприятные кожные ощущения, треск, прилипание к другим слоям одежды, к коже/ ?!
II. В какие сезоны года и в какую погоду выражены яснее явления электризуемости ?
I2. Ощущаете ли Вы жесткость явления /да, нет/?
I3. Наблюдается ли усиление электризуемости испытуемого издел при использовании его в сочетании с другими слоями одежды ?.
I4. Имеется ли у Вас раздражение кожи при носке этого изделия ?
I5. Если отмечается, то в чем они проявляются /покраснение, зуд, сухость, потертости, гнойничковые поражения/ ?
I6. В каких местах располагаются эти явления /в местах швов, в местах плотного прилегания, по всей поверхности кожи, покрываемого изделием /?!
I7. В чем связываются эти явления /жесткость, электростатические явления, химическая природа волокна/ ?
I8. Через сколько дней непрерывной носки изделия требуют стирки .
I . Садится ли изделие после стирки /да, нет/ ?.
20. Какие особенности загрязнения /засаливаемость, прилипание пыли, впитывание пота/ ?
2I. Какой материал для этого изделия Вы бы предпочли/Хлопчатобумажный, шерстяной, вискозный, ацетатный, капроновый и др./ ?
22. Легко ли стирается ?
23. Легко ли гладиться ?
24. Какие у Вас есть замечания по этому изделию, не вошедшие в анкету?

Методические рекомендации подготовлены:

от ОТКЭ НИИ ОКГ им. А.Н.Сисина - проф. К.А.Раппопорт, с.н.с. Ионкина С.Ф., м.н.с. Митрофанова Н.Г.;

от КНИИ ОКГ им. А.Н.Марзеева МЗ УССР - д.м.н. Чекаль В.М., д.м.н Волощенко О.И., с.н.с. Мудрый И.В.;

от Института гигиены детей и подростков МЗ СССР - д.м.н. Кайсина О.В., с.н.с. Краснякова И.И.

gost.e-ecolog.ru