

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых» (ВлГУ)

Колледж инновационных технологий и предпринимательства
Кафедра Автотранспортной и техносферной безопасности

Составитель: Морохова Н.А.

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине: «Охрана труда» для студентов
КИТП, обучающимся по специальности 15.02.07
«Автоматизация технологических процессов и
производств»
(шифр направления, название)

Лабораторная работа № 1

РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель работы:

1. Изучить порядок расследования, учёта и методы анализа производственного травматизма.
2. Научить студентов анализировать причины несчастных случаев на конкретном производстве и намечать мероприятия по их устранению.

Производственным травматизмом называется явление характеризующиеся совокупностью несчастных случаев на производстве. Под термином "несчастный случай на производстве" понимают случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или задание руководителя работ (ССБТ. Термины и определения. ГОСТ 12.0.002-80).

Опасный производственный фактор - это производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

В соответствии с нормативным документом "Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве", утвержденным Президиумом ВЦСПС и Госпромомнадзором от 17 августа 1969 г., № 8 - 12. связанными с производством считаются несчастные случаи, происшедшие на территории предприятия, вне территории предприятия при выполнении пострадавшим трудовых обязанностей, заданий администрации предприятия, а также при следовании на предоставленном предприятием транспорте на работу или о работы.

По каждому несчастному случаю на производстве проводят расследованию - выясняют обстоятельства, при которых произошел несчастный случай, и устанавливают причины, вызвавшие его. Несчастный случай, вызвавший у работника потерю трудоспособности не менее одного дня или необходимость его перевода на другую работу на один день и более в соответствии с медицинским заключением, оформляется актом формы Н-1 в 4 экземплярах, срок хранения которого 45 лет. Этот акт составляет комиссия в составе начальника цеха, начальника отдела охраны труда, старшего общественного инспектора по охране труда. Данная комиссия обязана в течение 3 суток провести расследование обстоятельств и причин несчастного случая, а также наметить мероприятия по его предупреждению.

Специальному расследованию подлежат групповые несчастные случаи, произошедшие одновременно с двумя и более работниками, независимо от тяжести телесных повреждений, а также несчастные случаи со смертельным исходом. Специальное расследование проводится комиссией в составе: председателя - технического инспектора труда совета профсоюзов; членов - представителя вышестоящего хозяйственного органа, руководителя предприятия, председателя профсоюзного комитета.

Данная комиссия в течение 10 дней расследует несчастный случай и составляет акт специального расследования по утвержденной форме. Акт формы Н-1 оформляется в течение суток после составления акта специального расследования в полном соответствии с выводами комиссии.

На основании актов формы Н-1 администрация предприятия или строительной организации составляет отчет о пострадавших при несчастных случаях на производстве по форме № 7-ТВН и ежегодно представляет его к 15 января статистическому органу по месту нахождения предприятия и своей вышестоящей организации. В этом отчете указывается количество пострадавших при несчастных случаях за отчетный год, в том числе и со смертельным исходом (отдельно женщин, подростков и в состоянии опьянения); число человеко-дней нетрудоспособности; материальные последствия несчастных случаев. Один раз в пять лет в эти же организации направляется приложение I к форме № 7-ТВН с данными по видам происшествий, приведшим к несчастному случаю, и причинам несчастного случая.

Акты, составленные по форме Н-1 на предприятии анализируются. Методы анализа производственного травматизма подразделяются на статистический, монографический, групповой, топографический, экономический. Наиболее распространенный из них является статистический. Согласно этому методу акты по форме Н-1 за определенный период времени группируются по следующим признакам: по возрасту, по полу, стажу работы, в том числе по дате профессии, виду оборудования, причинам, времени года и суток. Статистический метод позволяет оценивать количественно и качественно уровни травматизма с помощью 2 относительных показателей - коэффициента частоты и коэффициента тяжести травматизма. Коэффициент частоты $K_{ч}$ исчисляется на 1000 человек среднесписочного состава работающих и определяет число несчастных случаев на 100 работающих за отчетный календарный период на данном предприятии (за год, полугодие, квартал).

$$K_{ч} = \frac{T \cdot 1000}{P},$$

где T - число учитываемых несчастных случаев с потерей трудоспособности на 1 день и более; P - среднесписочное число работающих за определенный календарный период.

Коэффициент тяжести $K_{т}$ выражает среднее число дней нетрудоспособности, приходящихся на один несчастный случай в отчетном периоде:

$$K_{т} = \frac{D}{T},$$

где D - суммарное время нетрудоспособности, выраженное в днях, по законченным больничным листкам; T - число учитываемых несчастных случаев, имевших место в отчетном периоде.

Коэффициентом тяжести не учитываются тяжёлые случаи, приведшие к инвалидности, и смертельные случаи. Поэтому для общей характеристики состояния травматизма на предприятии необходимо, кроме того, учитывать отдельно тяжёлые случаи и случаи со смертельным исходом, если они имели место на предприятии. Кроме этих показателей вводится коэффициент нетрудоспособности, который представляет собой произведение коэффициентов частоты и тяжести

$$K_{н} = K_{ч} \cdot K_{т} = \frac{D \cdot 1000}{P}$$

Для анализа динамики производственного травматизма службой отдела техники безопасности строятся графики изменения $K_{ч}$, $K_{т}$, $K_{н}$ по времени. Этот метод позволяет определять направление дальнейшей работы на предприятии по борьбе с травматизмом и выявлять производственные процессы, которые в силу каких-то условий дают максимальное число травм.

Однако статистический метод не вскрывает причин травматизма, хотя и дает картину его состояния. Для профилактики травматизма необходимо глубоко знать технические и организационные причины, вызвавшие его или способствующие его возникновению на производстве. Эти причины могут быть выявлены только методами технического анализа. Таких методов несколько. В частности, монографический метод изучения травматизма является наиболее современным и включает в себя детальное исследование всего комплекса условий (в которых произошел несчастный случай: изучаются трудовой и технологический процессы, основное и вспомогательное оборудование, обрабатываемые материалы, рабочие места, наличие и уровень опасных и вредных факторов, особенности отходов производства, выполнение режимов труда и отдыха, индивидуальные средства защиты, психологические факторы и т.д. Анализируются причины травматизма на сходных видах оборудования. Все это позволяет выявить не только причины данного несчастного случая, но и потенциально существующие причины травматизма,

Другой метод изучения производственного травматизма - групповой. Он использует повторяемость несчастных случаев не зависимо от тяжести повреждений. Имеющийся

материал расследования распределяется по группам с целью выявления несчастных случаев, одинаковых по обстоятельствам, происшедших при однородной обстановке на одном оборудовании, а также повторяющихся по характеру повреждений. Это позволяет определить профессии и работы, на которые падает большее число несчастных случаев, выявить дефекты данного типа производственного оборудования и наметить пути его усовершенствования с целью обеспечения большей безопасности труда. Однако этот метод не позволяет определить потенциальные опасности, еще не выявившиеся в виде реальных несчастных случаев.

Возможно построение картограмм. В этом случае на планировках цехов и участков отмечаются места, где имели место несчастные случаи, в результате чего формируется как бы карта травматизма. Этот метод анализа именуется топографическим.

И, наконец, еще один из методов анализа травматизма экономический. Он основан на учете ущерба, наносимого государству за счет потерь общественного труда вследствие получения травм, профессиональных заболеваний, оплаты по листкам нетрудоспособности, расходов на восстановление здоровья, возмещения ущерба пострадавшим, обучения вновь принятых рабочих вместо выбывших, потерь времени работниками предприятия на расследование несчастных случаев. Кроме того, учитываются стоимость вышедшего из строя оборудования, материалов, снижение производительности труда пострадавшего при возвращении к труду, размеры единовременных пособий, выплачиваемых из профсоюзного бюджета и др.

Методика выполнения работы

1. Получить у преподавателя папку с актами о несчастных случаях; на производстве (форма Н-1).

2. Провести статистический анализ производственного травматизма на предприятии в динамике за 5 лет (в сумме лет) по стажу и возрасту. Построить графики зависимости случаев травм от стажа и возраста. Сделать выводы. Результаты занести в табл. I, 2 приложения.

3. Провести статистический анализ производственного травматизма в динамике, за каждый год, в течение 5 лет по коэффициентам частоты K_u , тяжести K_T и коэффициенту нетрудоспособности K_n . Построить графики динамики данных коэффициентов по годам. Количество работающих на предприятии определяет преподаватель. Сделать выводы. Результаты занести в табл., 3 приложения.

4. По данным актов формы Н-1 заполнить форму № 7-ТВН и прил. № I За один год (по заданию преподавателя). Сделать выводы.

5. Согласно проведенному анализу предпринять меры по устранению причин производственного травматизма.

6. Изучить содержание акта по форме Н-1.

Отчет о работе должен содержать

1. Заполнение таблицы по стажу, возрасту K_u , K_T , K_n
2. Графики, характеризующие динамику производственного травматизма.
3. Заполненную форму № 7-ТВН и прил., № I к данной форме.

1. Выводы о причинах несчастных случаев.
2. Предложения по предупреждению несчастных случаев.
3. Краткое описание акта по форме Н-1.

Контрольные вопросы

1. Что обозначает понятие "несчастный случай на производстве"?
2. Что такое "опасный производственный фактор"?
3. Какие несчастные случаи на производстве подлежат расследованию и учету ?
4. В каком порядке проводится расследование и учет несчастных случаев на производстве?
5. Что собой представляет акт по форме Н-1?
6. Что такое специальное расследование

4. Что такое статистический метод анализа производственного травматизма?
5. Что такое монографический и групповой метод анализа производственного травматизма?
6. Что такое топографический и экономический метод анализа производственного травматизма?
7. Что представляет собой форма № 7 ТВН и прил. № 1 к этой форме?

Таблица 1

Динамика производственного травматизма по стажу

<i>Стаж работы</i>	До 1 года	2-5 лет	6-10 лет	11-20 лет	20 лет
Количество травмированных					
Процент травмированных					

Вывод:

Таблица 2

Динамика производственного травматизма по возрасту

<i>Возраст</i>	До 18	19-25	26-40	41-50	50 лет
Количество травмированных					
Процент травмированных					

Вывод:

Таблица 3

Динамика производственного травматизма по основным коэффициентам частоты, тяжести и нетрудоспособности

Наименование Коэффициента	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.
К _г					
К _м					
К _и					

Вывод:

Форма № 7-ТВН
Утверждена постановлением
Госкомитета СССР от 26.07.90г. № 126

Представляют 15 января предприятия своей вышестоящей организации

Число пострадавших при несчастных случаях на производстве за год

Наименование показателей	Количество
Число пострадавших с утратой трудоспособности на I-рабочий день и более	
В том числе женщин	
подростков до 18 лет	
в состоянии опьянения	

Число человеко-дней нетрудоспособности у пострадавших, временная нетрудоспособность которых закончилась в отчетном году	
Число пострадавших, частично утративших трудоспособность и переведённых с основной работы на другую на I день и больше	
В том числе женщин	
Материальные последствия несчастных случаев, В том числе:	
выплачено по листку нетрудоспособности Стоимость	
испорченного оборудования, инструментов, разрушенных зданий	

ПРИЛОЖЕНИЕ №1
к форме № 7-ТВН

Утверждена постановлением
Госкомстата СССР от 26.07.90г.
№ 126
Почтовая – 1 раз в 5 лет.
Представляется одновременно
с отчётом по форме № 7-ТВН.

Министерство (ведомство),
МГО, концерн, ассоциация _____
Предприятие _____

ОТЧЁТ

О распределении числа пострадавших при несчастных случаях на производстве по основным видам происшествий и причинам несчастных случаев (за 20 ____ г.)

Наименование Показателей	Число пострадавших с утратой трудоспособности на I день и более	
	Всего	Из них женщин
Всего пострадавших Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю: Дорожно-транспортное происшествие Падение человека с высоты Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов		

<p>Поражение электрическим током Воздействие вредных веществ Воздействие ионизирующих излучений Физические перегрузки Утопление Прочие Причины несчастного случая Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, оборудования Эксплуатация неисправных машин, ме- ханизмов, оборудования Несовершенство технологического процесса Нарушение технологического процесса Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств Нарушение правил дорожного движения Неудовлетворительная организация производства работ Неудовлетворительная содержание и недостатки в организации раб.мест Недостатки в обучении безопасным приемам труда</p>		
<p>Неприменение средств индивидуальной защиты Неприменение средств коллективной защиты Нарушение трудовой и производственной дисциплины Прочие</p>		

Лабораторная работа № 2

Исследование естественного производственного освещения

Цель работы.

1. Изучить методы измерения, принципы нормирования и расчета естественной освещенности в производственных помещениях.
2. Исследовать естественную освещенность на рабочих местах и дать ее гигиеническую оценку.

Сохранность зрения человека, состояние его нервной системы и безопасность на производстве в большой степени зависят от условий освещения. Рациональное освещение рабочих мест создает благоприятные условия труда, способствует повышению качества выпускаемой продукции и производительности труда.

В соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП) в производственных помещениях с постоянным пребыванием в них людей для работ в дневное время необходимо предусматривать естественное освещение, которое создает наиболее благоприятные санитарно-гигиенические условия для трудовой деятельности человека по сравнению с искусственным освещением.

Одной из основных характеристик видимого (светового) излучения ($\lambda = 0,38-0,76$ мкм) является световой поток Φ , который измеряется в люменах (лм). Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом человека по световому ощущению. Световой поток, падая на рабочую поверхность, освещает ее. Плотность светового потока на освещаемой поверхности характеризуется освещенностью и измеряется в люксах (лк)

$$E = d\Phi / dS$$

где dS - площадь элемента освещаемой поверхности, m^2

Естественное освещение создается лучами солнца. Проходя через атмосферу земли, солнечные лучи многократно преломляются в ней, рассеиваются по небосклону и сам небосклон становится источником света.

Различают три системы естественного освещения: **боковое**, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; **верхнее**, осуществляемое через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях; **комбинированное**, когда к верхнему освещению добавляется боковое. Наиболее рациональным является комбинированное освещение, так как создает равномерное по площади помещения освещение.

Естественная освещенность непостоянна во времени и зависит от метеорологических факторов, времени дня и года. Для средних широт она колеблется от 600 до 120000 лк, а ночью в полнолуние освещенность составляет 0,2 лк. Поэтому характеризовать естественное освещение абсолютным значением невозможно. Для характеристики освещения принято относительная величина - коэффициент естественной освещенности **e (КЕО)**

$$e = \frac{E}{E_n} \cdot 100\%$$

где E - естественная горизонтальная освещенность в заданной точке внутри помещения;

E_n - одновременная наружная горизонтальная освещенность, создаваемая светом небосвода.

Коэффициент естественного освещения показывает, какую долю от одновременной горизонтальной освещенности на открытом месте при диффузном свете небосвода составляет освещенность в рассматриваемой точке производственного помещения и характеризует способность системы естественного освещения пропускать свет небосвода.

При определении норм естественной освещенности производственных помещений нормативные значения **КЕО** выбираются из **табл.1** строительных норм и правил (СНиП)

23-05-95 "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования" (см. планшет лабораторной работы) с учетом следующих факторов:

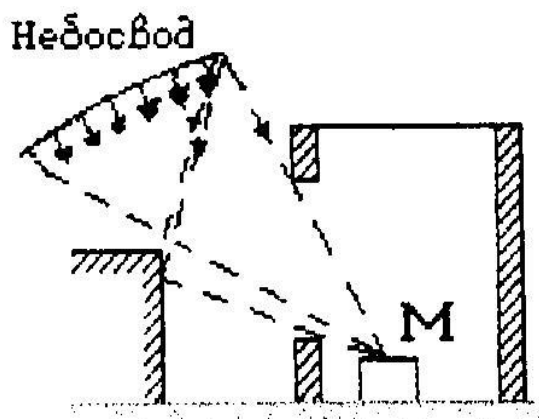
- характеристики зрительной работы (определяется в зависимости от наименьшего размера объекта различения, мм);
- системы освещения (верхнее, боковое или комбинированное);
- коэффициента светового климата μ ($\mu = 0,8-1,2$ в зависимости от района расположения здания на территории СССР);
- коэффициента солнечности c (зависит от ориентации здания относительно сторон света и составляет от 0,6 до 1,0);
- зоны СССР, характеризующиеся устойчивостью снежного покрова.

Нормируемое значение **КЕО** находится по формуле

$$e_n = e \cdot m \cdot c$$

Для зданий, расположенных в центре европейской части СССР, коэффициенты светового климата и солнечности равны единице, а зона устойчивости снежного покрова относится к "остальной территории СССР". Освещенность на рабочем месте создается не всем небосводом, а отдельным участком, определяемым световыми проемами, а так же отраженным светом от противостоящих объектов (рис.1). Попадая в помещение, свет многократно отражается от стен и потолка (рис.2), чем создается дополнительная освещенность рабочих мест.

Рис.1. Схема создания освещенности прямым и отраженным от противостоящих зданий светом небосвода.



Для определения **КЕО** используются два метода: **экспериментальный, графический.**

При определении **КЕО** по первому методу расчет ведется по формуле (1), используя измеренные люксметром величины освещенности в заданной точке (E_v) и одновременной освещенности в горизонтальной плоскости под всем небосводом (E_n). Этот метод используется для определения или проверки освещенности в существующих производственных помещениях с целью установления их пригодности для того или иного вида работ при сравнении рассчитанного значения **КЕО** с нормативным, определяемым по СНиПу.

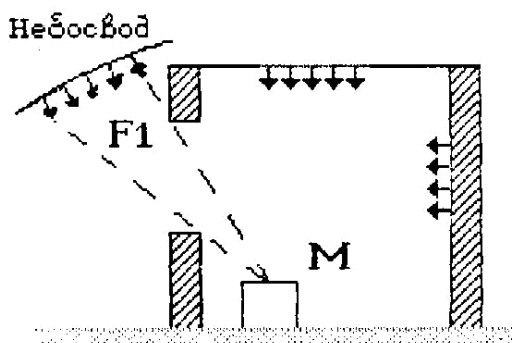


Рис.2. Схема создания освещенности отраженным от внутренних поверхностей помещения светом.

При отсутствии экспериментальных данных, например, в проектируемых зданиях, КЕО для бокового освещения e_{δ} определяется расчетным путем по формуле

$$e_{\delta} = (\varepsilon_{\delta} \cdot q + \varepsilon_{зд} \cdot R) \cdot r \cdot \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (2)$$

где ε_{δ} - геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет небосвода;

q - коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба;

$\varepsilon_{зд}$ - геометрический КЕО в расчетной точке, учитывающий свет, отраженный от противостоящих зданий;

R - коэффициент, учитывающий относительную яркость противостоящего здания.

Для определения геометрических КЕО (ε_{δ} , $\varepsilon_{зд}$) используется графический метод архитектора А.М.Данилюка с учетом того, что оконные проемы не имеют остекления и переплетов, а внутренние поверхности помещения не отражают света. Сущность этого метода состоит в том, что полусфера небосвода разбита на 100 меридианов и 100 пересекающих их параллелей. В результате на полусфере образуется 10000 площадок равномерного светового потока. Каждая из этих площадок создает освещенность в 10000 раз меньшую, чем освещенность всей полусферы небосвода. Таким образом, если через световой проем здания видна одна площадка небосвода, то создаваемая ею освещенность будет равна 0,0001 освещенности открытого места, а $\varepsilon = 0,01\%$ если будет видно K площадок, то $\varepsilon = K \cdot 0,01\%$. В соответствии с этим геометрический коэффициент естественной освещенности, учитывающий прямой свет неба, определяется по формуле

$$\varepsilon_{\delta} = 0,01 \cdot (n_1 \cdot n_2),$$

где n_1 - количество лучей по **графику I**, проходящих через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения (**рис.3**);

n_2 - количество лучей по **графику II**, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения (**рис.4**).

Геометрический коэффициент естественной освещенности, учитывающий свет, отраженный от противостоящего здания $\varepsilon_{зд}$, определяется по формуле

$$\varepsilon_{зд} = 0,01 \cdot (n_1' \cdot n_2'),$$

где n_1' - количество лучей по **графику I**, проходящих от противостоящего здания через световой проем в расчетную точку на поперечном разрезе помещения (**рис.5**);

n_2' - количество лучей по **графику II**, проходящих от противостоящего здания в расчетную точку на плане помещения (**рис.4**).

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов в помещении и фактического значения КЕО. Исходной величиной для расчета является величина коэффициента естественной освещенности в зависимости от разряда зрительной

работы, определяемая по СНиПу, значение которого совпадает с нормируемым значением этого коэффициента e_n (так как $m=1, c=1$).

При боковом освещении площадь световых проемов S_0 , необходимая для обеспечения нормированного значения КЕО, будет равна

$$S_0 = \frac{e_n \cdot \eta_0 \cdot S_n \cdot K_{зд} \cdot K_з}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1}, \quad (3)$$

где S_n - площадь пола;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания световых проемов;

r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении за счет света, отраженного от поверхности помещения;

$K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями;

η_0 - световая характеристика

окон; $K_з$ - коэффициент запаса.

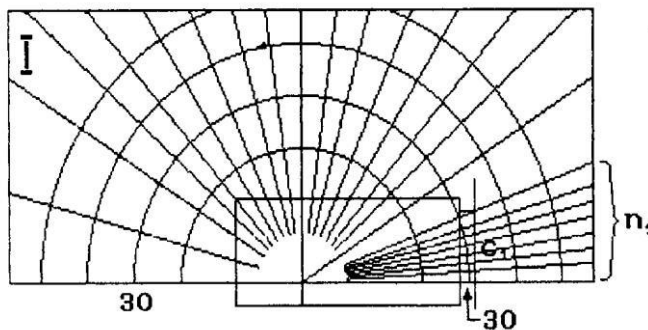


Рис. 3

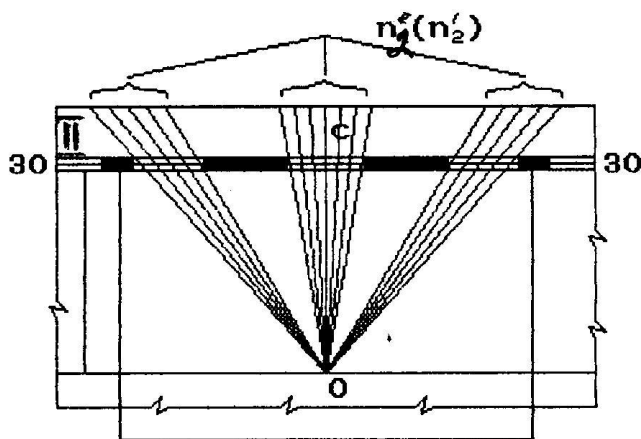


Рис. 4

Номер полуокружности по графику I

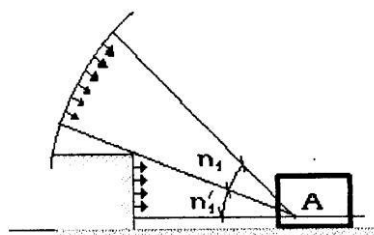


Рис. 5

Описание контрольно-измерительных приборов и методов измерения КЕО

1. Для получения экспериментальных значений освещенности используют люксметр Ю-116 (см. рисунок на планшете лабораторной работы), который состоит из измерителя и отдельного фотоэлемента с насадками. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка для подсоединения селенового фотоэлемента. При освещении фотоэлемента в цепи, состоящей из фотоэлемента и гальванометра, возникает пропорциональный световому потоку ток, который отклоняет стрелку прибора. Для уменьшения косинусной погрешности применяется насадка на фотоэлемент, выполненная из белой светорассеивающей пластмассы. Насадка обозначена буквой "К" и применяется только совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначения "М", "Р", "Т". Каждая из этих насадок совместно с насадкой "К" образует три поглотителя с коэффициентами ослабления 10,100,1000, применяемые для расширения диапазона измерений освещенности.

Принцип отсчета значений освещенности состоит в следующем: при выбранной паре насадок ("КТ", "КР", "КМ") или без них против нажатой кнопки определяют наибольшее значение диапазона измерений. При нажатой кнопке, расположенной в правом ряду, отсчет ведут по верхней шкале гальванометра, при этом цифра против нажатой кнопки показывает максимальный предел измерения освещенности в люксах по верхней шкале. При нажатой кнопке, расположенной в левом ряду, отсчет ведется по нижней шкале с учетом значения предела измерений, указанного против нажатой кнопки. Например, на фотоэлементе установлены насадки "КР", нажата соответствующая этой паре насадок левая кнопка, против которой указан предел измерения нижней шкалы - 3000 лк. При отклонении стрелки гальванометра на 10 делений (по нижней шкале 0-30), действительное значение измеряемой освещенности будет 1000 лк.

Если при насадках "К", "М" и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5-го деления по шкале 0-30, измерения производятся без насадок, т.е. открытым фотоэлементом. При измерении освещенности фотоэлемент и прибор располагаются горизонтально. После проведения измерений отсоединяют фотоэлемент от измерителя люксметра, надевают на него насадку "Т" и укладывают в футляр.

2. Для расчета геометрических КЕО используются графики А.М.Данилюка, выполненные на оргстекле, и схемы помещения лаборатории (разрез и план), выполненные на планшете. Количество лучей по **графикам I и II** подсчитывается в следующем порядке. **График I** накладывается на поперечный разрез помещения, центр графика "О" совмещается с заданной точкой "А", а нижняя линия графика - со следом рабочей поверхности (см. **рис.3**) и подсчитывается количество лучей n_1 , проходящих через световые проемы. Далее отмечается номер полуокружности на **графике I**, которая проходит через точку "С1", совпадающую с центром светового проема.

График II накладывается на план помещения так, чтобы его вертикальная ось проходила через исследуемую точку "М", а горизонталь, номер которой соответствует номеру полуокружности по **графику I**, была параллельна оконным проемам и проходила через точку "С" (см. **рис.4**). Подсчитывается количество лучей n_2 . Лучи, отраженные от противостоящих зданий n_1' и n_2' и проходящие через световой проем, подсчитывается по **графикам I и II** аналогичным образом (см. **рис.4 и 5**).

Порядок выполнения работы

1. Определение КЕО по экспериментальным данным:

- ознакомиться с устройством и порядком измерения освещенности люксметром Ю-166. При отключенном искусственном освещении измерить величины освещенности в лаборатории на уровне 0,8 м от пола на расстоянии 1, 2, 3,4 и 5 метров от окна и на лабораторном стенде на поверхности стола. Измерить наружную освещенность (для этого открыть окно и фотоэлемент вынести на ладони). Данные измерений занести в **табл.1** приложения;

- рассчитать значения **КЕО** для каждой из точек помещения (по формуле (1)) и результаты записать в **табл.1** приложения, построить экспериментальную кривую изменения **КЕО** от расстояния до оконного проема;

- сравнить полученные данные с требуемыми по СНиП П-4-79 для данного разряда работ и сделать вывод о состоянии естественного освещения лаборатории;

- определить, можно ли выполнять в лаборатории следующие работы: чертежные (толщина линии 0,3 мм); измерительные (толщина риски измерительного прибора и инструмента 0,15 мм). Полученные выводы записать в отчет.

2. Расчет **КЕО** графическим методом в заданной точке "М":

- используя графики Данилюка, план и разрез лаборатории, определить геометрические **КЕО** ε_{σ} и $\varepsilon_{зд}$;

- по формуле (2) рассчитать **КЕО** для бокового освещения (при расчетах принять $R=0,14$, q определить по **табл.2** приложения);

- по СНиП П-4-79 определить работы, которые можно выполнять в точке "М";

- сравнить значение **КЕО**, полученное графическим методом, с расчетным **КЕО**; сделать вывод о совпадении этих значений или объяснить причины расхождений.

3. Расчет естественной освещенности: по заданному преподавателем виду работы определить нормируемое значение **КЕО** и по формуле (3) приближенно определяют площадь световых проемов, необходимую для обеспечения нормированного значения **КЕО** (при расчетах принять: $\eta_0=9,5$; $K_{зд}=1,1$; $K_3=1,2$; $\tau_0=0,72$; $S_n=72\text{м}^2$; $\gamma_1=1,05$). Сделать вывод о пригодности или непригодности лаборатории для выполнения заданной работы ($S_{\text{окон.лабор}}=15,6\text{ м}\cdot\text{м}$).

Отчет о работе должен содержать

1. Краткие сведения об основных светотехнических величинах, системах освещенности и методах определения **КЕО**.
2. Таблицу экспериментальных измерений освещенности.
3. Расчет **КЕО** для различных точек помещения.
4. График изменения **КЕО** в зависимости от расстояния.
5. Расчет **КЕО** по графикам А.М.Данилюка.
6. Расчет естественной освещенности и определение пригодности лаборатории для выполнения заданной, работы.
7. Сравнительный анализ полученных значений **КЕО**.
8. Оценка освещенности в точке "М" по нормативным документам.

Контрольные вопросы

1. Назовите светотехнические величины и единицы их измерения.
2. Назовите методы оценки естественной освещенности, область из применения, достоинства и недостатки.
3. Какая величина нормируется при естественной освещенности? От каких основных факторов она зависит?
4. Какие приборы или приспособления используются для определения естественной освещенности?
5. Каково значение насадок "К", "Р", "М", "Т"?
6. Каков порядок измерения освещенности люксметром Ю-116?

Таблица 1

Исследование освещенности в помещении лаборатории

Точки измерения освещенности	Насадка	Освещенность , лк	К Е О, %
1. Снаружи помещения		E_n	
На расстоянии от окна			
2. 1м		$E_1 =$	
3. 2м		$E_2 =$	
4. 3м		$E_3 =$	
5. 4м		$E_4 =$	
6. 5м		$E_5 =$	
7. В заданной точке		$E_B =$	

Таблица 2

Значения коэффициента q

Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град	Значения коэффициента	
	В зоне с устойчивым снежным покровом	На остальной территории СССР
18	0,84	0,69
22	0,86	0,75
26	0,90	0,80
30	0,92	0,86
34	0,95	0,91
38	0,98	0,96
42	1,0	1,0

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Цель работы:

1. Исследование метеорологических условий на рабочих местах в производственных помещениях.
2. Изучение принципов нормирования и методов контроля параметров воздушной среды.

Метеорологические условия (микроклимат) производственных помещений - это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Воздушная среда производственных помещений оказывает существенное влияние на самочувствие и здоровье человека.

ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (см. планшет) устанавливает оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений с учетом времени года (холодный и переходный периоды с температурой наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$ и тёплый - с температурой $+10^{\circ}\text{C}$ и выше), категории работы (легкая, средней тяжести и тяжелая), характеристики помещения по теплоизбыткам (помещения с незначительными и со значительными $20 \text{ ккал/м}^3\text{ч}$ и более избытками явного тепла).

В условиях производства человек находится под комплексным воздействием температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха существенно влияют на самочувствие человека. При температуре $20\text{-}23^{\circ}\text{C}$ и скорости движения воздуха 0.2 м/с оптимальной считается относительная влажность $40\text{-}60\%$. Влажность более 75% вызывает неприятные теплоощущения и при высокой температуре окружающего воздуха (более $+28^{\circ}\text{C}$ в тёплый период) способствует перегреванию человека.

Воздействие метеорологических условий на человека определяется процессом теплообменом между организмом человека и окружающей средой. В условиях производства человек должен иметь нормальный тепловой обмен с окружающей средой, то есть количество тепла, вырабатываемое организмом в единицу времени, должно быть равно количеству тепла, отдаваемого с поверхности тела человека в окружающую среду.

Человеческий организм обладает способностью терморегуляции, то есть способностью поглощать или отдавать определенное количество тепла, сохраняя при этом температуру тела почти постоянной ($36.5\text{-}37^{\circ}\text{C}$).

В случае недостаточной или избыточной теплоотдачи (конвекцией, излучением и испарением влаги) с поверхности тела человека в окружающую среду нарушается тепловое равновесие (баланс) и наступает перегрев или переохлаждение организма, что приводит к нарушению нормального самочувствия человека.

Комплексное воздействие на организм человека оптимальных (или допустимых) метеорологических параметров создает тепловое равновесие между телом человека и окружающей средой, обеспечивает нормальный режим терморегуляции, что исключает возможность перегрева или переохлаждения организма человека и не может отрицательно влиять на состояние здоровья человека и производительность труда.

Сочетание параметров микроклимата (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха) должно быть таким, чтобы тепловое равновесие соответствовало зоне хорошего самочувствия человека, то есть зоне «комфорта».

Для оценки комфортности метеорологических условий вводятся условные единицы измерений, так называемые эквивалентная и эквивалентно-эффективная температуры (ЭТ и

ЭЭТ). Эквивалентно-эффективная температура является приведенным показателем всех метеорологических параметров.

Номограмма эквивалентно-эффективных температур (рис.1) представляет собой результаты большого количества наблюдений над нормально одетыми людьми, не производящих физической работы, то есть находящихся в состоянии покоя.

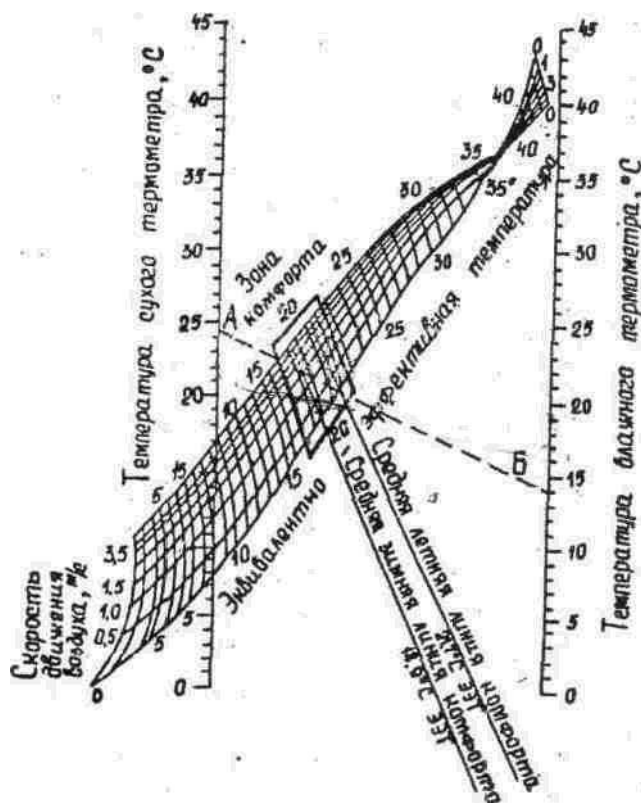


Рис. 1. Номограмма эквивалентно-эффективных температур

Эквивалентно-эффективной температурой ($t_{\text{экв}}$) называется — температура неподвижного воздуха при 100% относительной влажности, которая создает такие же тепловые ощущения, какие способна создавать любая другая комбинация метеорологических параметров. Порядок определения $t_{\text{экв}}$ по номограмме следующий: точка А, соответствующая температуре воздуха, измеренной по «сухому» термометру, откладывается по левой шкале номограммы и соединяется с точкой Б на правой шкале, соответствующей температуре «влажного» термометра. Точка пересечения прямой, соединяющей значения температур по «сухому» и «влажному» термометрам с кривой скорости движения воздуха равной 0 м/с дает эффективную температуру, а с любой другой кривой скорости движения воздуха - эквивалентно-эффективную температуру. На номограмме квадратом выделена зона комфорта и приведены средние летняя и зимняя. линии комфорта. Если найденное значение $t_{\text{экв}}$ будет находится в пределах «зоны комфорта», то это значит, что весь комплекс метеорологических факторов обеспечивает нормальный тепловой обмен между человеком и окружающей средой. Если $t_{\text{экв}}$ находится за пределами «зоны комфорта», то по номограмме по двум известным величинам всегда можно найти третий оптимальный параметр, который в сочетании с двумя другими обеспечивает нормальный тепловой обмен, то есть обеспечивает условия «комфорта».

Описание контрольно-измерительных приборов

Для исследования метеорологических условий в производственных помещениях применяются следующие контрольно-измерительные приборы:

1. Обычные (ртутные, спиртовые) и электрические термометры для измерения температуры окружающего воздуха.

2. Психрометр аспирационный (психрометр Асмана) для измерения относительной влажности.
 3. Анемометры (ручной крыльчатый типа АСО-3 и ручной чашечный типа МС-13) для измерения малых и больших скоростей движения воздуха в рабочей зоне и воздуховодах.
 4. Кататермометр и термоанемометр для измерения малых скоростей движения воздуха в рабочей зоне.
 5. Самопишущие приборы - термограф, гигрограф и барограф для непрерывной регистрации изменений температуры, относительной влажности и барометрического давления воздуха.
 1. Барометр-анероид для исследования атмосферного давления.
- Аспирационный психрометр Асмана типа МВ-4М (рис.2) состоит из двух спиртовых термометров со шкалой от -30° до $+50^{\circ}\text{C}$. Шарик одного термометра обернут тонкой тканью (марлей, батистом). Оба термометра заключены в металлические никелированные трубки-оправы, а шарики термометров защищены от действия лучистого тепла специальными никелированными гильзами. В верхней части корпуса помещен вентилятор с электрическим или механическим приводом, который через трубки протягивает воздух с постоянной скоростью около 4 м/с, омывая термометры. При пользовании психрометром подсчет относительной влажности ведется по психрометрической таблице (см. планшет).

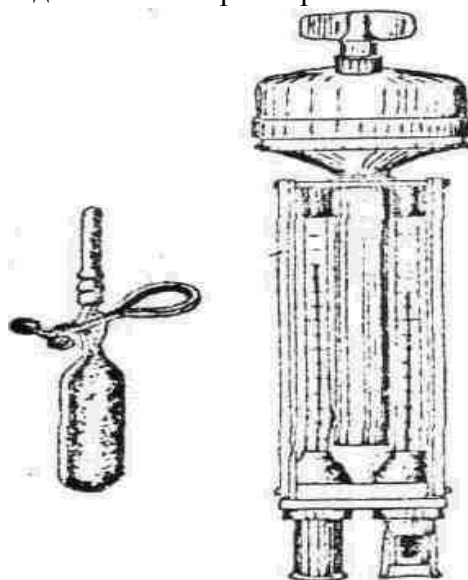


Рис. 2. Аспирационный психрометр Асмана

Диапазон измерений прибора МВ-4М от 10 до 100% при температуре воздуха от -10 до $+30^{\circ}\text{C}$. Погрешность измерения от ± 1.5 до $\pm 70\%$.

Крыльчатый анемометр типа АСО-3 (рис.3) предназначен для измерения малых скоростей движения воздуха в пределах от 0.3 до 5 м/с (или от 1 до 10 м/с) при температуре окружающего воздуха от $+10^{\circ}$ до $+50^{\circ}\text{C}$. Крыльчатый анемометр состоит из небольшого лопастного колеса с алюминиевыми пластинками, укрепленными по некоторым углом к плоскости вращения колеса, и счетного механизма.

Чашечный анемометр типа МС-13 (рис.4) предназначен для измерения больших (от 1 до 30 м/с) скоростей движения воздуха в вентиляционной сети, в приемных сечениях местных отсосов, в проемах дверей и фрауг. Чашечный анемометр состоит из четырехчашечной метеорологической вертушки и счетного механизма. Циферблат счетного механизма имеет три шкалы: тысяч, сотен и единиц. Включается и выключается анемометр рычажком (арретиром). Принцип действия прибора основан на преобразовании вращения вертушки прибора в перемещение стрелок счетного механизма. Погрешность измерения прибора $(0.1+0.06V)$ м/с, где V - средняя скорость воздушного потока.

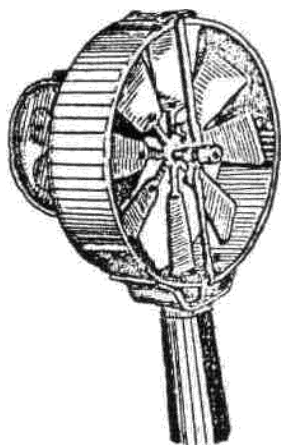


Рис. 3. Анемометр крыльчатый
типа АСО-3



Рис. 4. Анемометр чашечный
типа МС-13

Кататермометр (рис.5) представляет собой прибор, измеряющий величину собственного охлаждения от совместного действия температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха при температуре самого прибора 36.5°C , то есть при нормальной температуре человеческого тела. Прибор выполнен в виде спиртового термометра - стеклянной запаянной трубки с капилляром в верхней и резервуаром в л. нижней части. Нижний резервуар в виде шара (или цилиндра) заполнен подкрашенным спиртом, а на самой стеклянной трубке нанесены деления от $+33$ до $+40^{\circ}\text{C}$ и на обратной стороне кататермометра указан фактор прибора F , $\text{мккал}/\text{см}^2$.

Принцип действия прибора основан на том, что тело, нагретое выше температуры окружающей среды, остывая до определенной температуры (до $+33^{\circ}\text{C}$) отдает тепло в окружающую среду путем теплопроводности, конвекции и излучения. Количество тепла, теряемое прибором при его охлаждении с $+38^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$ постоянно, а время охлаждения различно и зависит от температуры, влажности и скорости движения окружающего воздуха.

Полупроводниковые термоанемометры предназначены для измерения температуры и скорости движения воздуха. Они позволяют измерять температуру воздуха от 0 до $+60^{\circ}\text{C}$ и скорость воздушного потока от 0.1 до 5 м/с. Принцип действия прибора основан на свойстве терморезистора изменять сопротивление в зависимости от температуры среды. Прибор нормально работает при температуре окружающей среды до $+35^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности ($\varphi=80\%$). Погрешность измерения по шкале температур не превышает 2% , по шкале скоростей $\pm 10\%$ (или от ± 0.01 до ± 0.5 м/с).

Самопишущие приборы: термограф метеорологический (типа М-16), гигрограф метеорологический (типа М-21, М-32), барограф (типа М-22) предназначены для непрерывной регистрации изменений температуры, относительной влажности и барометрического давления. Выпускаются приборы двух типов: суточные (С) и недельные (Н). Принцип действия термографа основан на свойстве биметаллической изогнутой пластинки изменять геометрические размеры под действием температуры. Гигрограф (типа М-21) основан на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять свою длину с изменением относительной влажности воздуха, гигрограф (типа М-32) - на свойстве гигроскопической органической пленки изменять свои размеры при изменении относительной влажности воздуха. Барограф

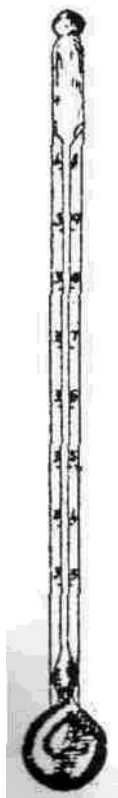


Рис. 5. Кататермометр
шаровой

(М-22) представляет собой набор анероидных коробок, связанных системой тяг и рычагов с записывающим устройством.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка (рис.6) представляет собой изолированный объем, имитирующий рабочую зону производственного помещения, и комплект метеорологических приборов для исследования микроклимата.

Лабораторная установка состоит из вентилятора общего назначения, увлажнителя, нагревателя и метеорологических приборов: чашечного анемометра типа МС-13, кататермометра и аспирационного психрометра Асмана.

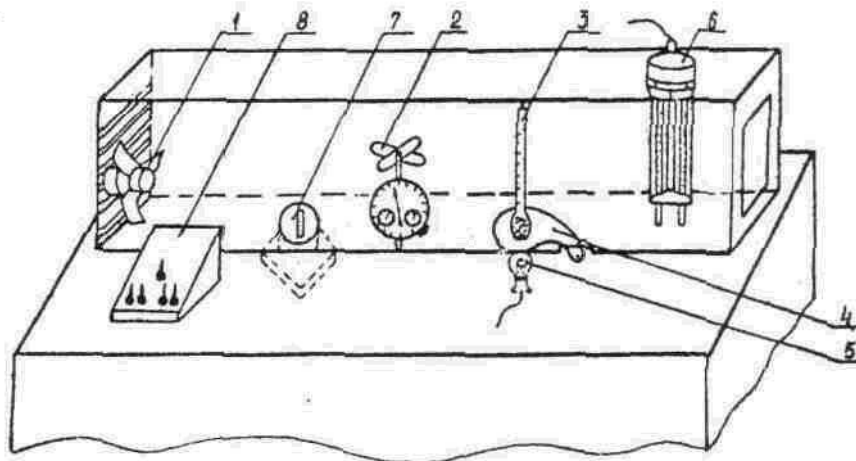


Рис. 6. Схема лабораторной установки:

- 1 - вентилятор общего назначения; 2 - чашечный анемометр типа МС-13;
- 3 - кататермометр шаровой; 4 - защитный экран; 5 - лампа накаливания - подогрев кататермометра; 6 - аспирационный психрометр Асмана; 7 - увлажнитель воздуха «Комфорт»; 8 - пульт управления

Скорость движения воздуха в изолированном объеме в «рабочей зоне» создается вентилятором общего назначения и регулируется переключением режима его работы в положения: 1-я и 2-я скорости. Электроувлажнитель воздуха «Комфорт» и лампа накаливания установлены в нижней закрытой части стола (лабораторной установки) и предназначены: первый - для увлажнения воздуха при измерении психрометром относительной влажности; второй - для подогрева нижнего резервуара кататермометра при измерении охлаждающего действия воздушной среды и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Порядок выполнения работы

Изучить устройство и принцип действия контрольно-измерительных приборов. Произвести одновременно измерения температуры и относительной влажности воздуха - психрометром и скорости движения, воздуха в замкнутом пространстве лабораторной установки - кататермометром и чашечным анемометром.

Условие измерений - вентилятор общего назначения и увлажнитель «Комфорт» не включены, и воздух внутри лабораторной установки в «рабочей зоне» практически неподвижен.

1. Измерить температуру воздуха в рабочей зоне лабораторной установки по «сухому» термометру психрометра. Данные измерений занести в табл.1 приложения (номер опыта 1). Провести сравнительный анализ измеренной и допустимой (см. планшет) температуры воздуха и сделать выводы.

2. Вынуть психрометр из зоны измерения (из гнезда лабораторной установки) и смочить дистиллированной водой термометр, шарик которого обернут батистом. Смачивание термометра производить, подводя к его шартику снизу наполненную водой пипетку. После смачивания установить прибор в зону измерения и включить тумблером вентилятор психрометрии. Через 4 мин. при включенном вентиляторе психрометра снять показания температур «сухого» и «влажного» термометров. По показаниям «влажного» термометра и

разности показаний «сухого» и «влажного» термометров по психрометрической таблице (табл.4 приложения) определить относительную влажность воздуха ϕ ,%. Данные измерений занести в табл.1 (номер опыта 1). Провести сравнительный анализ измеренной и допустимой (см. планшет) относительной влажности воздуха и сделать выводы.

3. Включить лампу накаливания для подогрева кататермометра. По кататермометру определить величину охлаждающего действия и скорость движения воздуха в «рабочей зоне». Для этого через 4-5 мин., когда $\frac{1}{4}$ верхнего резервуара заполнится подкрашенным спиртом, необходимо выключить электролампу - подогрев кататермометра, закрыть излучатель - электролампу экраном, включить секундомер и фиксировать время спада спиртового столбика с температуры $T_1=+38^\circ\text{C}$ до температуры $T_2=+35^\circ\text{C}$. Затем необходимо определить разность температур

$$\Delta T = (T_1 + T_2) / 2 - T_{p.з}$$

(где $T_1=+38^\circ\text{C}$; $T_2=+35^\circ\text{C}$; $T_{p.з}$ - температура рабочей зоны, измеренная по «сухому» термометру аспирационного психрометра Асмана).

Необходимо определить величину охлаждающего действия воздуха H (степень комфорта) как отношение фактора прибора F к времени охлаждения прибора t , то есть $H=F/t$. Определив отношение $H/\Delta T$, по табличным данным (см. планшет) или по эмпирическим формулам найти скорость движения воздуха (V , м/с) в рабочей зоне,

$$\text{если } \frac{H}{\Delta T} \leq 0.6, \text{ то } V = \left(\frac{\frac{H}{\Delta T} - 0.2}{0.4} \right)^2, (1)$$

$$\text{если } \frac{H}{\Delta T} \geq 0.6, \text{ то } V = \left(\frac{\frac{H}{\Delta T} - 0.13}{0.4} \right)^2, (2)$$

Данные измерений занести в табл.2 приложения. Провести сравнительный анализ измеренной и допустимой (см. планшет) скорости движения воздуха в рабочей зоне и сделать выводы.

Условие измерений - включить вентилятор общего назначения на 2-ю скорость вращения.

4. Измерить температуру воздуха по «сухому» термометру аспирационного психрометра, относительную влажность - психрометром и скорость движения воздуха - кататермометром. Методика измерений температуры и относительной влажности приводится в пунктах 1 и 2. Данные измерений занести в табл.1, 2 (номер опыта 2). Провести сравнительный анализ измеренных и допустимых значений и сделать выводы.

5. Измерить чашечным анемометром типа МС-13 скорость движения воздуха в замкнутом пространстве лабораторной установки, имитирующем сечение воздухопровода вентиляционной сети. Анемометр установлен перпендикулярно к направлению движения воздушного потока. До включения анемометра необходимо снять начальные показания счетчика по трем шкалам (тысяч, сотен и единиц). Включить арретиром чашечный анемометр и одновременно секундомер. Через 60 секунд анемометр и секундомер одновременно выключить и снять конечные показания счетчика. Каждое измерение (отсчет) производить дважды, при этом разность показаний между двумя отсчетами - должна составлять не более 2-3%. По разности конечного и начального отсчетов определить число делений в 1 секунду и тарировочному графику (рис.7) определить скорость движения воздуха (V , м/с). В конце измерений выключить вентилятор. Данные измерений занести в табл.3 приложения.

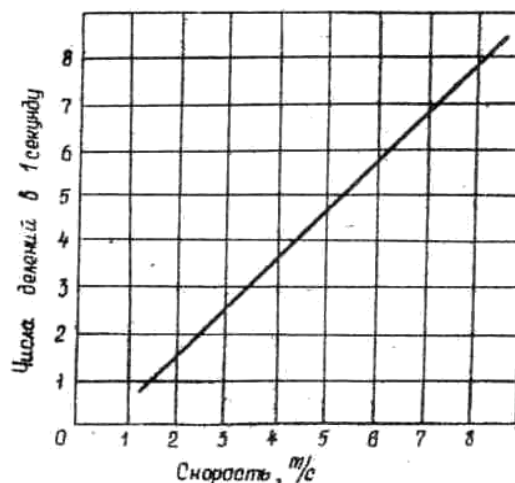


Рис. 7. График перевода показаний счетчика чашечного анемометра в показания скорости движения воздуха

Условие измерений - включить вентилятор на 1-ю скорость вращения и увлажнитель «Комфорт».

6. Повторить измерения трех параметров микроклимата: температуры, относительной влажности воздуха - аспирационным психрометром и скорости движения воздуха в «рабочей зоне» - кататермометром. Методика измерений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приводится выше в пунктах 1, 2, 3. Данные измерений занести в табл.1 и 2 (номер опыта 3). Провести сравнительный анализ измеренных и допустимых (см. планшет) значений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха и сделать выводы.

Провести оценку комфортности метеорологических условий (микроклимата):

1. По номограмме эквивалентно-эффективных температур.

По номограмме (см. рис. 1) .определить значения эквивалентно-эффективных температур $t_{эkv}$, средние линии комфорта для летнего или зимнего периодов, зоны комфорта и сделать выводы о комфортности метеорологических условий. Измеренные метеорологические параметры - температура воздуха по «сухому» и «влажному» термометрам психрометра Асмана и скорость движения воздуха по кататермометру, приведенные соответственно в табл. 1 и 2, а также найденная по номограмме эквивалентно-эффективная температура $t_{эkv}$ заносятся в табл.4 приложения и делается вывод о комфортности или дискомфорта условий.

2. По величине охлаждающего действия воздуха (степени комфорта). Степень комфорта (то есть величина охлаждающего действия среды) определяется кататермометром. Значения величин охлаждающего действия среды H берутся из табл. 2 приложения (по трем вариантам измерений), заносятся в табл. 5 приложения и делаются выводы, для» какой категории работ данные метеорологические факторы обеспечивают комфортные условия.

3. Определить комфортные или дискомфортные условия на рабочем месте путем сравнительного анализа измеренных метеорологических факторов с их допустимыми значениями по ГОСТ 12.1.005-76 (см. Планшет). Измеренные параметры микроклимата приводятся в табл.1 и 2.

Отчет по работе должен содержать:

1. Схему лабораторной установки (рис. 6).

2. Табл. 1 и 2, в которых приводятся измеренные температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне. Выводы о соответствии измеренных и допустимых величин.

3. Табл. 3, в которой приводятся скорости движения воздуха, измеренные чашечным анемометром типа МС-13 в замкнутом пространстве, имитирующем сечение воздуховода вентиляционной сети.

4. Табл. 4. Выводы о комфортности исследуемых метеорологических условий по

эквивалентно-эффективной температуре.

5. Табл. 5. Выводы о соответствии измеренных и допустимых величин охлаждающего действия воздушной среды, обеспечивающих условия комфорта для определенной категории работ (легкой, средней тяжести, тяжелой).

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы

1. Приступать к выполнению экспериментальной части лабораторной работы только ознакомившись с настоящими правилами техники безопасности и методическими указаниями по лабораторному практикуму.
2. Провести внешний осмотр исправности изоляции электропроводов, питающихся от сети переменного тока напряжением 220 В. При обнаружении неисправности изоляции немедленно доложить преподавателю.
3. Включать контрольно-измерительные приборы в сеть, предварительно ознакомившись с их устройством и принципом действия.
4. По окончании работы отключить от сети контрольно-измерительные приборы, вентилятор и увлажнитель.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под микроклиматом?
2. Какова степень воздействия метеорологических условий (микроклимата) на организм человека?
3. Дать понятие терморегуляции и способов отдачи тепла телом человека в воздушную среду.
4. Что называется эквивалентной (ЭТ) и эквивалентно-эффективной температурой (ЭЭТ)?
5. Пояснить порядок определения по номограмме эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ).
6. Порядок определения по номограмме оптимальных параметров микроклимата, обеспечивающих условия «комфорта».
7. Каковы назначение, устройство, принцип действия, порядок снятия показаний, и диапазоны измерений, контрольно-измерительных приборов.
8. Постановка задачи исследования метеорологических условий и описание лабораторной установки.
9. Порядок выполнения лабораторной работы.
10. Методика исследования параметров микроклимата (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха).
11. Нормирование допустимых и оптимальных параметров микроклимата.
12. Методы оценки комфортности микроклимата по номограмме ЭЭТ и путем сравнительного анализа измеренных и допустимых значений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха (по ГОСТ 12.1.005-76) и по величине охлаждающего действия среды.

Приложение
Таблица 1

Исследование температуры и относительной влажности воздуха
с помощью аспирационного психрометра Асмана

Номер опыта	Показания прибора		Температура воздуха t , °С	Допустимое значение температуры $t_{доп}$, °С	Относительная влажность воздуха ϕ , %	Допустимое значение относительной влажности $\phi_{доп}$, %
	«Сухого» термометра t , °С	«Влажного» термометра t , °С				
1						
2						
3						

Примечания: 1) категория выполняемой работы (легкая - 1; средней тяжести - 2,а, 2,б; тяжелая - 3) задается преподавателем; 2) допустимые температура воздуха $t_{\text{доп}}$, °С и относительная влажность $\varphi_{\text{доп}}$, % находятся (см. планшет) согласно ГОСТ 12.1.005-88 для данной категории работ.

Выводы:

Таблица 2

Исследование охлаждающего действия воздушной среды и скорости движения воздуха в рабочей зоне с помощью кататермометра

Номер опыта		1	2	3
Время спада спиртового столбика t , с				
Показания	Начало отсчета $T_1=38^\circ\text{C}$	38,0	38,0	38,0
	Конец отсчета $T_2=35^\circ\text{C}$	35,0	35,0	35,0
Средняя температура $(T_1+T_2)/2$				
Температура воздуха в рабочей зоне $T_{\text{рз}}$				
Разность $\Delta T=(T_1+T_2)/2-T_{\text{рз}}$				
Фактор прибора F , мкал/см ²				
Величина охлаждения $H=F/t$				
Отношение $H/\Delta T$				
Скорость движения воздуха V , м/с				
Допустимое значение скорости движения воздуха $V_{\text{доп}}$, м/с				

Примечание: $V_{\text{доп}}$, м/с находятся по ГОСТ 12.1.005-88 для заданной категории работы и периода года.

Выводы:

Таблица 3

Исследование скорости движения воздуха анемометром типа АСО-3 (или МС-13)

Тип прибора	Номер опыта	Показания счетчика		Разность показаний посчетчику	Продолжительность замера t , с	Скорость движения воздуха (по графику) V , м/с
		начальные	конечные			
	1					
	2					
	3					

Выводы:

Таблица 4

Оценка комфортности метеорологических условий по номограмме эквивалентно-эффективных температур

Номер опыта	Измеренные метеорологические параметры		Эквивалентно-эффективная
	Температура	Скорость	

по сухому
термометру
сихрометра t, °C

по влажному
термометру
психрометра t, °C

движения
воздуха V, м/с

температура
t экв

1			
2			
3			
Выводы:			
Оценка категории работы по величине охлаждающего действия воздушной среды			Таблица 5

Номер замера	Измеренное (расчетное)	Допустимые значения	Категория работы
	значение величины охлаждающего действия	величины охлаждающего действия	
1			
2			
3			

Примечание: допустимые значения величины N равны от 4 до 6 для категории работы легкая - 1; от 6 до 8 - средней тяжести 2,а и 2,б; от 8 до 10 - тяжелая - 3.

Выводы:

Лабораторная работа №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ

УСТАНОВОК Цель работы:

1. Исследование состояния изоляции, электрической сети и изоляции электродвигателя переменного тока.
2. Ознакомление с методами и приборами для измерения сопротивления изоляции и нормативными требованиями к сопротивлению изоляции.

Безопасность человека в процессе эксплуатации электрических сетей и электроустановок во многом зависит от состояния электрической изоляции токоведущих частей. Электрическая изоляция - это материал, используемый в электроустановке и имеющий малую электропроводность, которая при наличии электрического напряжения обуславливает ток утечки. С ростом напряжения, приложенного к изоляции, ее проводимость увеличивается, а ток утечки возрастает. Снижение сопротивления изоляции может быть обратимым (при увлажнении) и необратимым (при старении изоляции, т.е. при изменении физической и химической структура материала с течением времени). Необратимое снижение сопротивления изоляции протекает медленно и носит характер распределенного дефекта по всему объему диэлектрика. К пробое изоляции, т.е. к ее разрушению, может привести воздействие ряда факторов: механические повреждения, систематическое увлажнение, резкие изменения температуры, и действие химически агрессивной среды.

Трехфазные электрические сети делятся на три типа: сети с изолированной нейтралью источника питания; сети с глухозаземленной нейтралью; сети с нейтралью, заземленной через компенсирующее устройство. С точки зрения опасности поражения человека электрическим током наибольшее значение имеет состояние изоляции в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью. При однополюсном прикосновении человека в таких сетях (нейтраль генератора или трансформатора не присоединена к заземляющему устройству или присоединена к нему через аппараты, имеющие большое сопротивление) величина тока, протекающего через тело человека, определяется выражением:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{д}} + \frac{R_{\text{из}}}{3}},$$

где U_{ϕ} - фазное напряжение;

$R_{\text{ч}}$ - сопротивление тела человека;

$R_{\text{д}}$ - сумма дополнительных сопротивлений (сопротивления обуви, пола, грунта и т.д.) $R_{\text{из}}$ - сопротивление изоляции фазы относительно земли.

Следовательно, величина тока, проходящего через тело человека, тем меньше, чем больше сопротивление изоляции между фазными проводами и землей.

В процессе эксплуатации электрических сетей и электроустановок необходимо осуществлять контроль за состоянием и сопротивлением изоляции. Сопротивление изоляции всех видов электротехнических изделий нормируется «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей». На планшете приведены допустимые сопротивления изоляции аппаратов, вторичных цепей и электропроводки напряжением до 1000 В.

Под контролем изоляции понимают измерение ее активного сопротивления. Различают приемо-сдаточные испытания (при вводе в эксплуатацию вновь смонтированных или вышедших из ремонта электроустановок), периодический и постоянный контроль изоляции. Объем и нормы контроля изоляции регламентированы [1,2]. Периодический контроль состояния изоляции электрических сетей и электроустановок проводят не реже одного раза в год. Периодический контроль изоляции электроустановок производится, как правило, постоянным напряжением с помощью мегаомметра. Наиболее широкое применение получили мегаомметры типа М-1101 на напряжения 100, 500 и 1000 В и МС-06 на напряжение 2500 В.

Постоянный контроль изоляции - измерение сопротивления под рабочим напряжением в течение всего времени работы электроустановки. О величине сопротивления изоляции судят по показаниям приборов или световой и звуковой сигнализации, включающейся при снижении ее величины до предельно допустимого значения.

Постоянный контроль изоляции находит широкое применение в сетях с изолированной нейтралью, в особо электроопасных помещениях с агрессивными средами.

Для постоянного контроля изоляции электроустановок применяются различные схемы контроля и приборы постоянного контроля изоляции, выпускаемые промышленностью. Это схемы трех вольтметров, вентильные схемы, схемы на напряжениях или токах нулевой последовательности, а также приборы ПКИ, ЛИОТ, асимметры и др.

Описание лабораторного стенда и контрольно-измерительных приборов

Общий вид лабораторного стенда показан на рис.1. На стенде приведена схема трехфазной электросети с изолированной нейтралью, к которой подключен асинхронный электродвигатель. Напряжение подается при подключении вторичной обмотки питающего трансформатора ТР пакетным выключателем ВК1. Двигатель подключается выключателем ВК2. Обмотки статора соединены "звездой", центральная точка которой может разъединяться выключателем ВК3.

Для постоянного контроля изоляции используется прибор асимметр, схема которого изображена на стенде, а также вольтметры и амперметры, расположенные на панели стенда. Асимметр работает следующим образом. При замыкании фазы на землю напряжение поврежденной фазы уменьшается, а напряжение исправных фаз увеличивается. В результате получившейся асимметрии напряжений срабатывает реле Р, которое включает сигнальную лампу Л, что свидетельствует о нарушении изоляции фаз относительно земли.

Вольтметры и амперметры позволяют обнаружить замыкание на землю одной из фаз. При одинаковом сопротивлении изоляции всех фаз относительно земли каждый из вольтметров будет показывать одинаковое напряжение. При глухом замыкании одной из фаз на землю она будет иметь потенциал земли, а напряжение двух других фаз будет равно линейному напряжению. Если фаза будет замкнута на землю через переходное

сопротивление, то вольтметр этой фазы будет показывать напряжение меньше фазного, а два других больше фазного, но меньше линейного напряжения. На рис. 2 а показана векторная диаграмма фазных напряжений при исправной изоляции всех трех фаз, на рис. 2 б - при глухом замыкании фазы А на землю, на рис. 2в - при замыкании фазы А на землю через переходное сопротивление.

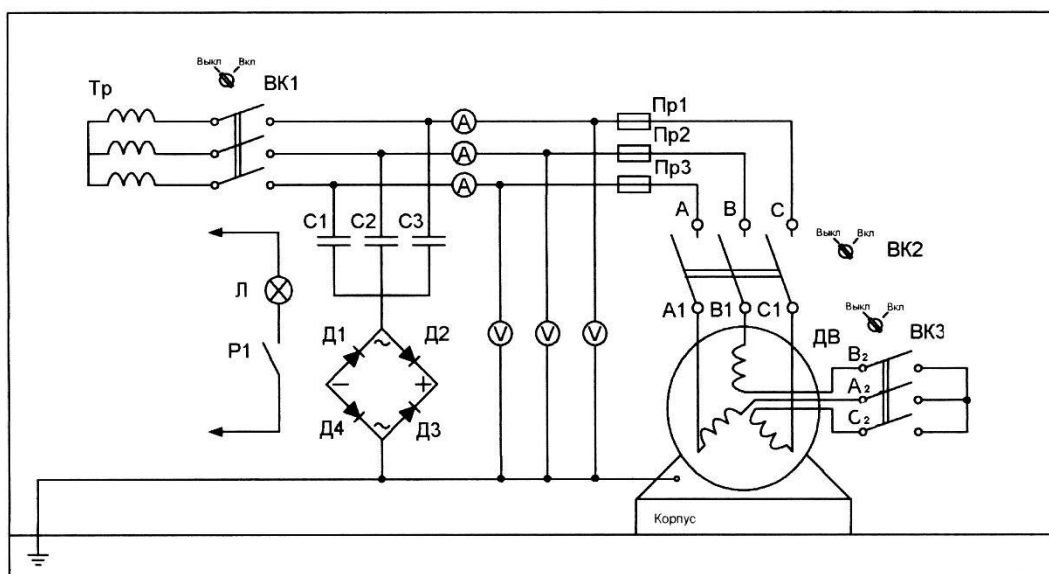


Рис. 1. Общий вид лабораторного стенда

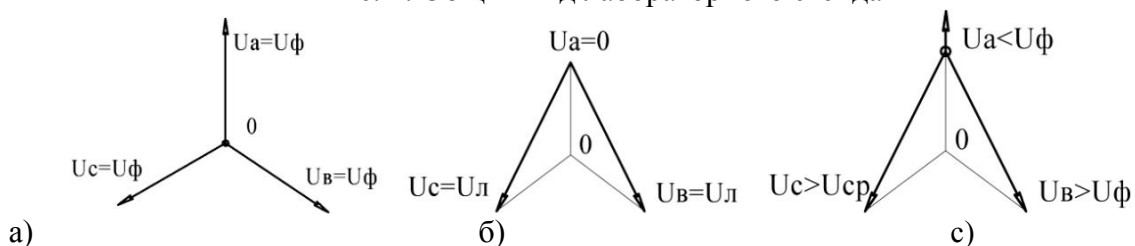


Рис.2. Векторные диаграммы фазных напряжений при исправной изоляции всех фаз (а), при замыкании фазы А на землю (б), при замыкании фазы А на землю через переходное сопротивление (с)

Для периодического контроля изоляции проводов электрической сети на лабораторном стенде применяется прибор мегаомметр М-1101. В этом случае измерение сопротивления изоляции производится только при снятом напряжении в исследуемой электросети. Мегаомметр имеет собственный источник питания - генератор постоянного тока и позволяет производить непосредственный отсчет показаний величины сопротивления изоляции. Мегаомметр дает правильные показания при вращении ручки генератора в пределах 90 - 150 об/мин и развивает номинальное напряжение при 120 об/мин. За сопротивление изоляции принимается показание мегаомметра через 1 минуту после начала измерений.

Проверка исправности мегаомметра М-1101 проводится следующим образом: переключатель пределов измерений установить в положение "МОм", при вращении рукоятки генератора стрелка прибора должна установиться на отметку " ∞ " при разомкнутых зажимах "земля" и "линия" прибора и на отметку "0" при замкнутых зажимах.

Для проверки отсутствия напряжения на контрольных клеммах лабораторного стенда применяется указатель низкого напряжения МИН-1, который имеет два щупа для одновременного касания к двум фазам или к одной фазе и земле. Напряжение зажигания неоновой лампы выше 90 В.

Порядок проведения работы Проведение постоянного контроля изоляции участка электрической сети

1. Поставить выключатели ВК1, ВК2, ВК3 в положение "Вкл.". Загорание сигнальной лампы асимметра свидетельствует о нарушении изоляции фаз по отношению к земле.
2. Для выявления фазы с нарушенной изоляцией занести показания вольтметров и амперметров в табл.1 приложения 1.
3. При отсутствии загорания сигнальной лампы и равных показаниях измерительных приборов табл.1 не заполняется.
4. Поставить выключатели ВК1, ВК2, ВК3 в положение "Выкл."
5. По данным измерений сделать вывод о наличии или отсутствии замыкания на землю и вычертить соответствующую векторную диаграмму.

Периодический контроль изоляции

1. Проверить исправность указателя низкого напряжения МИН-1 путем подключения его к электрической розетке. Загорание лампочки в ручке указателя свидетельствует о его исправности.
2. Поставить выключатели ВК1, ВК2, ВК3, в положение "Выкл."
3. Проверить отсутствие напряжения на клеммах А, В, С, А1, В1, С1, А2, В2, С2 путем подключения указателя МИН-1 поочередно к данным клеммам и к заземленной клемме "корпус" электроустановки. Загорание лампочки указателя МИН-1 свидетельствует о наличии напряжения на клеммах. В этом случае работу необходимо прекратить и обратиться к преподавателю.
4. Измерить сопротивление изоляции на участке между выключателями ВК1 и ВК2. Для этого поочередно подключить мегаомметр к контрольным клеммам А-В, А-С и С-В. При вращении рукоятки генератора величина сопротивления изоляции фиксируется по шкале прибора напротив установившегося положения стрелки с учетом выбранного диапазона измерений "кОм" или "МОм". Результаты измерений занести в табл.2 приложения.
5. Измерить сопротивление изоляции между каждым из фазных проводов и землей (корпусом). Для этого зажим "земля" мегаомметра соединить с клеммой "корпус" на стенде, а второй зажим "линия" поочередно соединять с клеммами А, В, С. Результаты измерений занести в табл.2.
6. По измеренным значениям сопротивлений изоляции сделать выводы о ее состоянии, сравнивая их с допустимыми значениями в табл. 5 приложения 2.

Определение состояния изоляции обмоток статора асинхронного электродвигателя

1. Для проведения измерений выключатели ВК1, ВК2 и ВК3 поставить в положение "Выкл."
2. Определить состояние изоляции между фазными обмотками статора. Для этого поочередно подключать мегаомметр к клеммам А1-В1, А1-С1 и В1-С1. Результаты измерений занести в табл.3 приложения 1.
3. . Определить состояние изоляции обмоток статора по отношению к корпусу. Для этого зажим "земля" мегаомметра соединять с клеммой "корпус" на стенде лабораторной работы, а зажим "линия" поочередно соединять с клеммами А1, В1, С1. Результаты измерений занести в табл.3.
4. Сравнить полученные значения сопротивления изоляции с допустимыми в табл. 5 приложения 2, сделать выводы о ее состоянии.

Проверка исправности обмоток статора электродвигателя

1. Выключатели ВК1, ВК2, ВК3 должны оставаться в положении «Выкл».
2. Поочередно присоединить мегаомметр к клеммам А1-А2, В1-В2, С1-С2. Показания мегаомметра занести в табл. 4 приложения.
3. По данным измерений сделать выводы о наличии или отсутствии обрывов в фазных обмотках электродвигателя.

Отчет о работе должен содержать:

1. Схема лабораторного стенда.
2. Таблицу 1 и векторную диаграмму к ней.

3. Таблицы 2, 3, 4.
4. Аргументированные выводы по результатам экспериментальных данных после каждой таблицы.

Правила техники безопасности при выполнении работы

1. Приступать к экспериментальной части работы только после изучения методических указаний и настоящих правил.
2. Включать лабораторный стенд необходимо только после разрешения преподавателя.
3. Проверить исправность указателя низкого напряжения МИН-1 и соединительных проводов мегаомметра путем внешнего осмотра. Указатель держать только за изолированные рукоятки.
4. При использовании мегаомметра не касаться оголенных зажимов «земля» и «линии»
5. Проведение измерений мегаомметром проводить при отсутствии напряжения на стенде лабораторной работы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под электрической изоляцией.
2. От каких факторов зависит величина тока утечки.
3. От чего зависимо обратимое и не обратимое ухудшение изоляции.
4. Что влияет на величину тока, протекающего через тело человека при однофазном включении его в сеть с изолированной нейтралью.
5. Какие приборы применяются для постоянного и периодического контроля изоляции. Принцип их действия.
6. Как часто проводят периодический контроль изоляции.
7. Принцип построения векторных диаграмм напряжения в сети с неисправной изоляцией фазы.
8. Правила проверки исправности мегаомметра.
9. В каком нормативном документе приведены допустимые значения сопротивления изоляции и чему они равны.

Состояние изоляций по показаниям приборов постоянного контроля изоляции

Наименование приборов	Показания приборов		
	фаза А	фаза В	фаза С
Вольтметр, В			
Амперметр, А			

Выводы:

Таблица 2

Состояние изоляции на участке электрической сети

Сопротивление изоляции электрической сети по норме	Фактическое сопротивление изоляции					
	между проводами каждой фазы			между землей и фазным проводом		
	А-В	А-С	В-С	А-К	В-К	С-К

Выводы:

Таблица 3

Состояние изоляции фазных обмоток статора электродвигателя

Допустимое сопротивление изоляции обмоток двигателя	Фактическое сопротивление изоляции					
	Между фазными обмотками статора			Между корпусом и фазной обмоткой		
	А1-В1	А1-С1	В1-С1	А1-К	В1-К	С1-К

Выводы:

Таблица 4

Проверка обмоток статора электродвигателя на обрыв

Показания прибора мегаомметра, Мом		
Фаза А	Фаза В	Фаза С

Выводы:

Минимально допустимое сопротивление изоляции электроустановок аппаратов, вторичных цепей до 1000 В

Наименование испытываемой изоляции	Сопротивление изоляции, МОм
Силовые и осветительные электропроводки	не менее 0,5
Электрические аппараты на напряжение, В	не менее 0,5
до 42	- -
от 42 до 100	- -
от 100 до 380	- -
свыше 380	- -
Бытовые стационарные электроплиты	не менее 1
Цепи, содержащие устройства с микроэлектронными элементами, рассчитанные на рабочее напряжение, В:	не менее 0,5
выше 60	- -
60 и ниже	- -