

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра: «Электрические машины»

На правах рукописи

Бокижонов Хайрулла Хамидулла ўғли
Ф.И.О

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на тему:

Расчет и конструирование трехфазного асинхронного двигателя
с короткозамкнутым ротором мощностью 22 кВт, напряжением
0,38/0,66 кВ, частотой вращения 3000 об/мин, привода бурового станка
СБШ-250 РУ «Кальмакыр»

для присуждения степени «Бакалавр» по направлению
5521300 «Электромеханика и электротехнологии»

Заведующий кафедрой: _____ д.т.н., проф. Пирматов Н.Б.

Руководитель: _____ Эгамбердиев Д.

ТАШКЕНТ 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ..	8
Техника – экономические требования предъявляемые к АД.....	11
Электромагнитный, тепловой и вентиляционный расчеты.....	14
Экономическая часть	33
Экологическая часть.....	36
Часть БЖД.....	41
Интернет	53
Заключение	56
Список используемой литературы.....	58

ПОСТАНОВЛЕНИЕ
ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
О ПРОГРАММЕ МЕР ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ ВОЗОБ-
НОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВ-
НОСТИ В ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ НА
2017 — 2021 ГОДЫ

(Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2017 г., № 22, ст. 424)

Отметить, что в соответствии с Программой мер по сокращению энергоёмкости, внедрению энергосберегающих технологий и систем в отраслях экономики и социальной сфере на 2015 — 2019 годы, одобренной постановлением Президента Республики Узбекистан от 5 мая 2015 года № ПП–2343, в республике в последние годы реализуется широкий комплекс мер по обеспечению энергосбережения в отраслях экономики и социальной сфере.

Введены стандарты по энергетическому менеджменту производства и энергетической маркировке бытового оборудования. Осуществляется внедрение энергоэффективных технологий в системе уличного освещения и энергосберегающих ламп для жилых и общественных зданий, прекращена реализация на территории республики ламп накаливания мощностью свыше 40 Вт.

В бюджетных учреждениях Министерства народного образования, Министерства здравоохранения и Центра среднего специального, профессионального образования ведется замена энергоёмких котлов отопления на энергоэффективные. Реализуются инвестиционные проекты по внедрению современных газотурбинных, паротурбинных установок в энергетической отрасли.

В рамках принятой Программы мер по дальнейшему развитию гидроэнергетики на 2017 — 2021 годы предусматривается дальнейшее развитие гидроэнергетического потенциала республики на основе строительства 42 новых и модернизации 32 действующих гидроэлектростанций, с расширением к 2025 году мощностей экологически чистой гидроэнергии республики в 1,7 раза.

Вместе с тем, несмотря на принимаемые меры, энергоемкость отечественной экономики остается высокой, уровень диверсификации топливно-энергетического баланса за счет вовлечения в промышленное производство возобновляемых источников энергии не отвечает мировым тенденциям. В структуре первичного топлива для производства электрической и тепловой энергии доминируют природный газ и другие традиционные виды углеводородного топлива.

При производстве электрической и тепловой энергии практически не используется имеющийся достаточно высокий потенциал возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой и биогазовой, гидроэнергии малых естественных и искусственных водотоков).

В целях расширения использования возобновляемых источников энергии, сокращения энергоемкости производства, целевого внедрения в практику отечественных научно-технических разработок и исследований передовых апробированных международных энергосберегающих технологий, реализации приоритетных направлений в этой сфере, определенных Стратегией действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 — 2021 годах:

1. Определить приоритетными направлениями дальнейшего развития возобновляемой энергетики, повышения энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017 — 2021 годы:

внедрение инновационных технологий, научно-технических разработок в сфере развития возобновляемой энергетики и повышения энергоэффективности, расширение производства и локализации энергосберегающего оборудования и приборов, в том числе путем трансфера технологий и создания инженерных центров;

диверсификацию топливно-энергетического баланса в части производства электрической энергии с использованием возобновляемых и альтернативных источников энергии, энергетической утилизации вторичных энергетических ресурсов, вовлечение субъектов предпринимательства в создание

генерирующих мощностей на основе апробированных технологий использования солнечной, ветровой энергии, микро- и малых гидроэлектростанций;

снижение энергоемкости выпускаемой продукции путем создания новых и модернизации, технического и технологического перевооружения действующих мощностей на основе внедрения современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий.

2. Одобрить разработанную Министерством экономики, Министерством сельского и водного хозяйства, Академией наук Республики Узбекистан, АО «Узбекэнерго» и АО «Узбекгидроэнерго» Программу мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017 — 2021 годы (далее — Программа мер), включающую:

целевые параметры по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики согласно [приложению № 1](#);

перечень инвестиционных проектов по развитию возобновляемой энергетики согласно [приложению № 2](#);

комплекс мер по развитию использования возобновляемых источников энергии и повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017 — 2021 годы согласно [приложению № 3](#);

целевые параметры снижения энергоемкости и экономии топливно-энергетических ресурсов в отраслях экономики на 2017 — 2021 годы согласно [приложениям №№ 4, 4а](#);

график внедрения энергоэффективных отопительных котлов в бюджетных организациях на 2017 — 2021 годы согласно [приложению № 5](#);

график внедрения энергоэффективных насосов и электродвигателей в насосных станциях водохозяйственных организаций Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан на 2017 — 2021 годы согласно [приложению № 6](#).

Возложить на руководителей комплексов Кабинета Министров, министерств, ведомств и хозяйственных объединений — ответственных исполни-

телей, Совета Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятов областей и г. Ташкента персональную ответственность за своевременную и качественную реализацию мероприятий, предусмотренных одобренной настоящим постановлением Программой мер.

Министерствам, ведомствам и хозяйственным объединениям, ответственным за реализацию соответствующих мероприятий, обеспечить в месячный срок разработку и утверждение «дорожных карт» по каждому предусмотренному параметру и проекту.

3. Утвердить обновленный состав Республиканской комиссии по вопросам энергоэффективности и развития возобновляемых источников энергии согласно [приложению № 7](#).

Предоставить право Республиканской комиссии (А.Н. Арипов) вносить, при необходимости, изменения и дополнения в целевые и прогнозные параметры Программы мер, одобренной настоящим постановлением.

4. Академии наук Республики Узбекистан, Агентству по науке и технологиям, АО «Узбекгидроэнерго», Международному институту солнечной энергии, Научно-техническому центру АО «Узбекэнерго» в двухмесячный срок на основе анализа отечественных разработок и научно-прикладных исследований в сфере использования энергии из возобновляемых источников, в том числе развития солнечной энергетики, энергоэффективности, а также возможности трансфера опробованных передовых зарубежных технологий в этой сфере, разработать и представить на утверждение в Кабинет Министров Республики Узбекистан план практических мер по расширению целевого внедрения в отраслях экономики и социальной сфере возобновляемых источников энергии и развитию солнечной энергетики.

5. Министерству экономики Республики Узбекистан совместно с НХК «Узбекнефтегаз», АО «Узбекэнерго» и АО «Узбекгидроэнерго» ежегодно при формировании прогнозных показателей производства и потребления топливно-энергетических ресурсов предусматривать их объемы согласно [приложениям №№ 4, и 4а](#).

6. Министерству финансов Республики Узбекистан, начиная с 1 января 2018 года, при формировании параметров Государственного бюджета Республики Узбекистан предусматривать в смете расходов бюджетных организаций, а также в параметрах местных бюджетов необходимые средства, по обоснованным расчетам, на выполнение Программы мер.

ВВЕДЕНИЕ

Асинхронные электродвигатели самые распространенные эл. двигатели во всем мире. Простота их конструкции и низкая стоимость вполне может характеризовать «коротыши» самым положительным образом. Асинхронные электрические двигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором состоят из двух основных узлов: статора и ротора.

Ротор это та часть двигателя, которая вращается внутри статора. С конструктивной точки зрения ротор – тело вращения, что означает

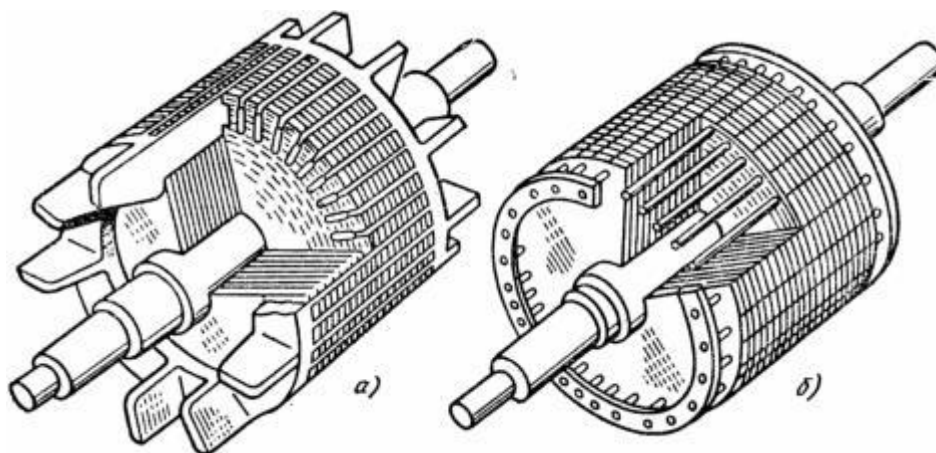


Рис.1. Короткозамкнутые роторы асинхронного двигателя,
а-с литой обмоткой, б- беличья клетка

симметрию относительно оси вращения. Ротор, в принципе , очень прост и изготавливается он из разных материалов и с довольно точными размерами.

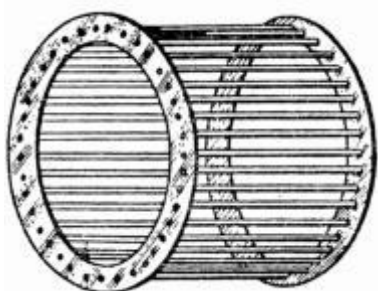


Рис. 2. «Беличья клетка» ротора

В роторе имеется обмотка, но увидеть её не представляется возможным так, как обмотка эта выполняется довольно необычным образом. Обмотку заливают в пазы ротора расплавленным алюминием. Иногда её выполняют из медных стержней, которые забивают в пазы и приваривают по обоим концам к медным кольцам. В результате, получается, что обмотка в роторе короткозамкнутая и выглядит она как «беличья клетка». Такие обмотки довольно

массивные и поэтому механически прочные. Если эл. двигатель будет рабо-

тать в штатном режиме или при кратковременных перегрузках, то такая обмотка практически вечная. Отсюда и высокая надёжность всего асинхронного эл. двигателя с к.з. ротором.

Теперь посмотрим на сердечник ротора. Он изготавливается не из однородного куска металла, а набирается из отдельных пластин из специальной электротехнической стали. Толщина каждого листа может быть от 0,25 до 0,5 мм. Каждая пластина в сердечнике ротора изготавливается штамповкой. Пластины имеют форму круга. По внешнему радиусу вырубается пазы определённой формы.

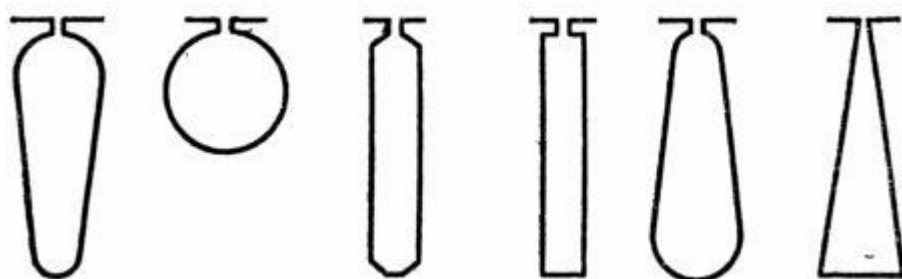


Рис.3. Паза ротора

Сердечник ротора получается не однородным. Но зачем такая сложность в изготовлении? Понятное дело, шихтовать сердечник из отдельных пластин приходится не для забавы. Дело в том, что при переменном токе магнитный поток, который проходит по сердечнику тоже переменный. При этом в каждой пластине наводятся вихревые токи, которые выделяются в виде тепла. Вихревые токи паразитные так, как нагрев сердечника, собственно, нам не нужен. Задача любого эл. двигателя - преобразовывать электрическую энергию в механическую. Нагрев - это потери эл. энергии и снижение КПД машины.

Как показывает практика, чем толще пластины, тем выше потери. Причём, толщина пропорциональна квадрату потерь. Если выполнить сердечник из цельного металла, то двигатель превратится в печку. С другой стороны,

уменьшать толщину отдельных пластин тоже нельзя до бесконечности так, как требуется механическая прочность. При вращении 3000 об/мин возникает достаточно высокая нагрузка, и сердечник может, просто, разорвать центробежной силой.

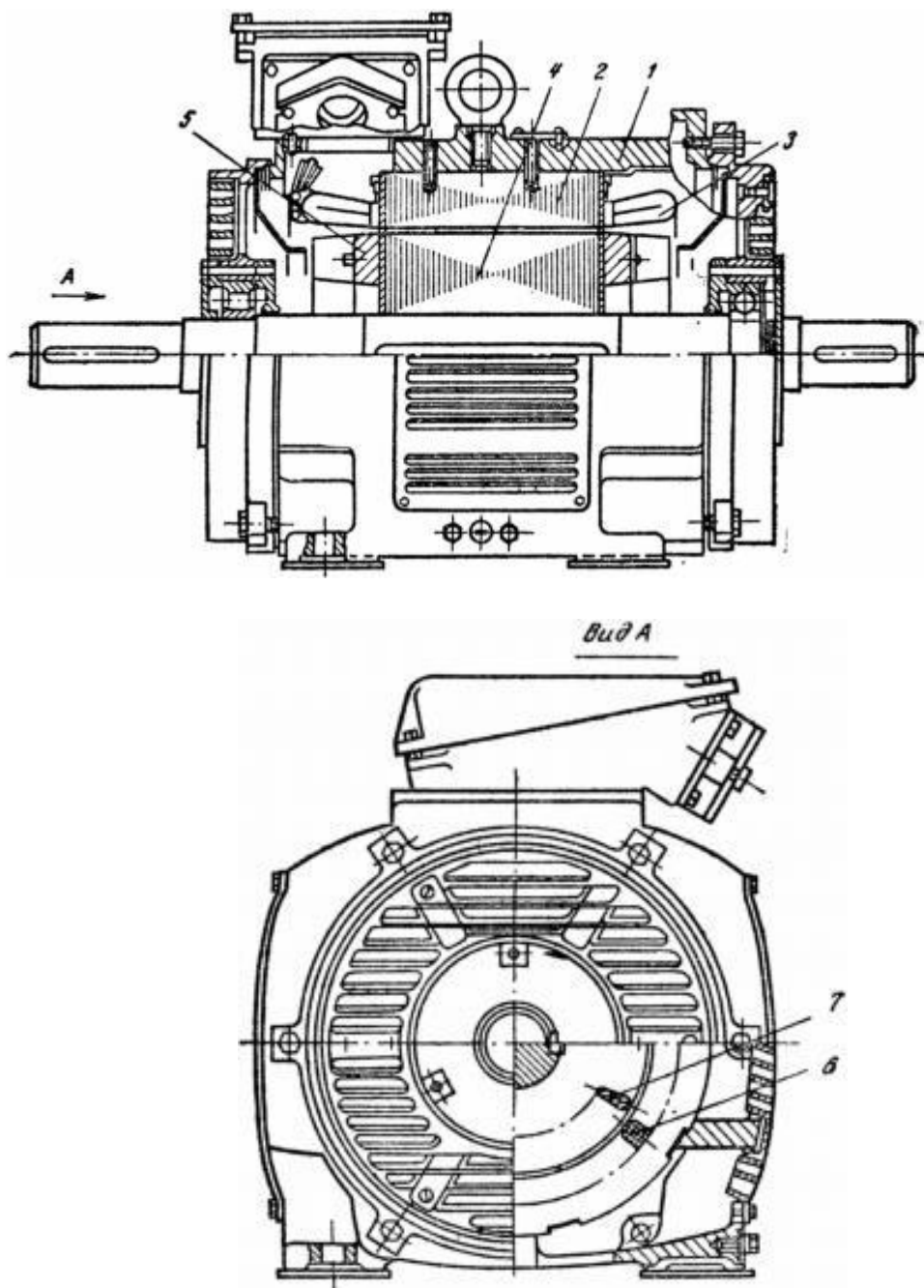


Рис.4. АД серии 4А со степенью защиты IP44 короткозамкнутым ротором закрытого обдуваемого исполнения: 1- станина; 2- сердечник статора; 3- обмотка статора; 4- сердечник ротора; 5 - короткозамыкающие кольца; 6- паз статора; 7- паз ротора

Техника– экономические требования к трехфазным АД

1. Номинальные данные (мощность, напряжение, скорость вращения, коэффициент мощности и КПД) относятся к работе двигателя в следующих условиях:
 - температура окружающей среды от +40 до -20 °С;
 - относительная влажность до 80% при температуре окружающей среды до +25 °С;
 - высота над уровнем моря до 1000 м.
2. Двигатели должны изготавливаться на номинальные напряжения 220/380, 380/660 и 380 В с соединениями обмотки статора в треугольник – с шестью выводными концами.
3. Двигатели должны изготавливаться на скорости вращения (синхронные) – 3000, 1500, 1000, 750, 600 и 500 об/мин.
4. Двигатели серии 4А выполнены на 17 стандартных высотах оси вращения. На каждой из высот, кроме $h=225$ мм, выпускаются двигатели разных длин, различные его мощности. С высотой оси вращения $h=225$ мм выпускаются двигатели только одной длины. Таким образом, шкала мощностей серии содержит 33 ступени.
5. Примеры обозначения двигателей: 4А200М8УЗ– асинхронный двигатель четвертой серии, закрытого обдуваемого исполнения с короткозамкнутым ротором, с чугунными станиной и щитами, высотой оси вращения $h=200$ мм, средним установочным размером по длине станины, восьми полюсный, климатического исполнения У. категории размещения 3.
6. Основными исполнениями являются закрытое обдуваемое (4А) и (4АН). Закрытые обдуваемые двигатели выпускаются во всем диапазоне высот вращения от 50 до 355 мм; двигатели защищенного исполнения – в диапазоне высот вращения от 160 до 355 мм.
7. Двигатели с высотами оси вращения 50 и 63 мм (мощностью 0,06–0,37 кВт) выполняются с литыми алюминиевыми станинами и подшипниковыми щитами. Более мощные двигатели выполняются с литыми чугунными стани-

ной и щитами, а двигатели 4АН с $h \geq 200$ мм (мощностью 132 кВт и более) со сварной стальной станиной литыми чугунными и щитами. Имеются также различия в конструкции крепления сердечников статора и ротора, подшипниковых узлов, обмотки и т.п.

8. В статорах всех двигателей с $h \leq 160$ мм выполняют однослойную обмотку. В остальных двигателях всей серии обмотки двухслойные.
9. Во всех двигателях с $h \leq 250$ мм и в двигателях с $2p \geq 10$ при $h \geq 280$ мм обмотка статора выполняются из круглого обмоточного провода. В двигателях с $p \leq 8$ при $h \geq 280$ мм обмотка полужесткая из прямоугольного провода, укладываемая в полуоткрытые пазы.
10. Отношения M_N/M_{Π} , M_{\max}/M_{Π} , M_{\min}/M_{Π} в зависимости от номинальной мощности и скорости вращения должны быть не ниже величин, указанных в ГОСТе.
11. Отношение I_N/I_{Π} в зависимости от номинальной мощности и скорости вращения должны быть не выше величин, указанных в ГОСТе.
12. Номинальные значения КПД и коэффициента мощности, при номинальных значениях мощности, напряжения и частоты, в зависимости от номинальной мощности и скорости вращения должны быть не ниже величин, указанных в ГОСТе.
13. Превышение температуры обмотки статора, измеренное методом сопротивления, при продолжительном номинальном режиме работы не должно превосходить предельно допустимых значений соответствующего класса изоляции.
14. Роторы двигателей должны быть динамически отбалансированы. Допустимые остаточные неуравновешенности роторов должны соответствовать ГОСТу.
15. Допустимые вибрации двигателей должны соответствовать значениям, указанным в чертежах, утвержденных в установленном порядке.
16. Основные детали и узлы двигателей: статор, ротор, щиты, подшипниковые крышки, детали выводного устройства, вентилятор и кожух должны быть в пределах одного типа двигателя, способа монтажа и напряжения.

17. Выводные устройства должны быть расположены с правой стороны двигателей, если смотреть со стороны рабочего конца вала. По соглашению сторон допускается изготовление двигателей с левым расположением выводного устройства.
18. Двигатели должны иметь заземляющий болт или шпильку, расположенные на фланце или лапах. Двигатели на напряжение 660В дополнительно должны иметь заземляющий болт, расположенный в коробке выводов.
19. Превышение температуры обмотки статора, измеренное методом сопротивления, при возможных в эксплуатации кратковременных режимах нагрева пусковыми токами не должны превосходить удвоенной величины предельно допустимых значений, установленных для продолжительного номинального режима работы.
20. Расчетный срок службы двигателей должен составлять не менее 40000 часов для всех активных частей, кроме обмотки статора; не менее 10000 часов для подшипников. Допускается в отдельных исполнениях снижение срока службы подшипников до 9000 часов.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для принятия решения об инвестировании реального проекта требуется предварительная оценка эффективности проекта, т.е. оценка показателей рыночной эффективности.

В качестве простейших критериев эффективности инвестиционных проектов в рыночной экономике наиболее часто встречаются следующие показатели:

1. рентабельность инвестиций
2. срок окупаемости капиталовложений.

Для расчета вышеуказанных показателей необходимо оценить выручку от реализации продукции.

Ориентировочно выручка составит

$$V = \sum c_i \cdot Q_i \cdot a,$$

Где c_i – цена i -го вида продукции;

Q_i – выпуск i -го вида продукции;

a – доля электропривода в общих инвестициях системы водоподготовки составит:

$$V = 12 \text{ млн. сум}$$

Рассчитаем эксплуатационные издержки $\sum I = I_3 + I_a + I_{\text{обсл}}$,

Где I_3 – плата за электроэнергию,

I_a – амортизационные отчисления,

$I_{\text{обсл}}$ – издержки на обслуживание установки,

Плата за электроэнергию $I_3 = t_{\text{э}} \cdot N_{\text{ном}} \cdot h_{\text{ном}}$,

Где $t_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию,

1 ставочный режим = 191 сум/кВтч

2 ставочный режим = 87,84 сум/кВт час и 184740 сум за год за кВт макс.

нагрузки в год

$N_{\text{ном}}$ – номинальная мощность – 22 кВт

$h_{\text{ном}}$ – число часов использования номинальной мощности двигателя,

82x5 днх52 недел

$$I_3 = 191 \times 22 \times (8 \times 5 \times 52) = 8740160 = 8,74 \text{ млн. сум}$$

К-капиталовложения. Ориентировочно капиталовложения в

электродвигатель Мощностью 22 кВт равны 9 млн. сум

Аамортизационные отчисления $I_a = N_a K / 100$,

Где N_a - норма амортизационных отчислений, для электротехнического оборудования промышленности равна 8 %

$$I_a = 8 \times 9 / 100 = 0,72 \text{ млн. сум}$$

Издержки на обслуживание установки

где $N_{\text{обсл}}$ - норма обслуживания, равна 4, %

$$I_{\text{обсл}} = N_{\text{обсл}} K / 100$$

$$I_{\text{обсл}} = 4 \times 9 / 100 = 0,36 \text{ млн. сум}$$

Эксплуатационные издержки $\sum I = I_3 + I_a + I_{\text{обсл}}$.

$$\sum I = 8,74 + 0,72 + 0,36 = 9,82 \text{ млн. сум}$$

Прибыль от реализации составит $\Pi = В - \sum I$,

Где В-выручка от реализации продукции,

$\sum I$ - эксплуатационные издержки,

$$\Pi = 12 - 9,82 = 2,18 \text{ млн. сум}$$

Чистая прибыль $\text{ЧП} = \Pi - \text{НВ}$,

Где Π -прибыль,

НВ-налоговые выплаты. Налог на прибыль составляет 10%. Другие виды налогов включаются в эксплуатационные издержки

ЧП-чистая прибыль.

$$\text{ЧП} = \Pi - 0,1 \times 2,18 = 1,96 \text{ млн. сум}$$

Рентабельность инвестиций $R = \text{ЧП} \cdot 100\% / K$,

где ЧП-чистая прибыль,

К-капиталовложения (инвестиции)

$$R = (1,96 \times 100\%) / 9 = 21,78 \%$$

Так как рентабельность в среднем по промышленности составляет 15%, то проект выгоден.

Срок окупаемости капиталовложений

$$T_{ок} = K/ЧП,$$

где К-капиталовложения

$$T_{ок} = 9 / 1,93 = 4,59 = 4,6$$

ОСНОВНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

Наименование	Единица измерения	Обозначение	Величина
Выручка	млн Сум	В	12
Капиталовложения	млн Сум	К	9
Эксплуатационные издержки	млн Сум	$\Sigma И$	9,82
Чистая прибыль	млн Сум	ЧП	1,96
Рентабельность	%	R	21,78
Срок окупаемости	Лет	$T_{ок}$	4,6

Анализ основных экономических показателей проекта показывает его экономическую эффективность.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Расход невозобновимых видов сырья повышается, все больше пахотных земель выбывает из экономики, так как на них строятся города и заводы. Человеку приходится все больше вмешиваться в хозяйство биосферы - той части нашей планеты, в которой существует жизнь.

Проблема экологической безопасности давно вышло за рамки национальной и региональной, она стало главной проблемой человечества.

Охрана окружающей среды и рациональное использование ее ресурсов, в условиях развития научно-технического прогресса и бурного, роста промышленного производства стала одной из актуальнейших проблем современности.

Узбекистан является полноправным членом Межгосударственного экологического совета стран СНГ, созданного в соответствии с Соглашением, подписанными Главам государств СНГ в рамках данного экологического Совета преследует цель принятия согласованных скоординированных действий государств-участников в области охраны окружающей среды.

Энергетика - это та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12-15 лет.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся, поэтому важно получить ответы на следующие вопросы:

- какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды современной энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе;

- можно ли уменьшить отрицательное воздействие на среду современных (традиционных) методов получения и использования энергии.

Транспортные средства, техническое оборудование промышленных и бытовых предприятий, вентиляционные, газотурбокомпрессорные установки, станции для испытания ГТД и ДВС, различные аэрогазодинамические установки, санитарно-техническое оборудование жилых зданий электрические трансформаторы являются источниками шума. Без принятия соответствующих мер по снижению шума его уровни могут существенно превышать нормативные величины. За последние десятилетия наблюдается непрерывное увеличение шума в крупных городах.

Шумы, воздействуют на человека, классифицируются по спектральным и временным характеристикам.

По характеру спектра шумы подразделяются на широкополосные имеющие непрерывный спектр шириной более одной октавы, и тональные, в спектре которых есть слышимые дискретные тона. Тональность шума устанавливается по результатам измерений уровней звукового давления в третьоктавных полосах частот, когда превышение уровня в одной полосе над соседними составляет не менее чем в 10 дБ.

При электроснабжении происходит вредное воздействие на окружающую среду, такие как электромагнитное излучение, появление шумов и т.д.

Человек реагирует на шум в зависимости от субъективных особенностей организма, привычного шумового фона. Раздражающее действие шума зависит прежде всего от его уровня, а также от спектральных и временных характеристик. Считается, что шум с уровнем ниже 60 дБ А вызывает нервное раздражение, поэтому неслучайно, что рядом исследований установлена прямая связь между, возрастающим уровнем шума в городах и увеличением числа нервных заболеваний.

Технологическое оборудование ударного действия, мощные энергетические установки, рельсовый транспорт, предприятия коммунального хозяйства, а также железнодорожный транспорт относятся к источникам вибрации. Во всех случаях вибрации распространяются по грунту и достигают фундаментов общественных и жилых зданий, часто вызывая звуковые колебания. Передача вибраций через фундаменты и грунт может способствовать их неравномерной осадке, приводящей к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкции. Особенно это опасно для грунтов, насыщенных влагой.

Источники электромагнитных полей (ЭМП). Повсеместно имеется естественное магнитное поле Земли, напряженность которого увеличивается с широтой. Однако известны и глобальные региональные аномалии поля в местах залежей железной руды.

Вследствие широкого применения источников электромагнитной энергии в различных отраслях народного хозяйства науке и технике резко возрос общий электромагнитный фон земли, особенно это заметно в крупных, городах высокоразвитой промышленностью и мощными радиотехническими объектами. Основные источники ЭМП радиочастот антропогенного происхождения радиотехнические объекты (РТО), телевизионные и радиолокационные станций (РЛС), термические цеха и участки (в зонах, примыкающих к машиностроительным предприятиям). Воздействие на окружающую среду ЭМП промышленной частоты чаще всего связано высоковольтными линиями (ВЛ) электропередач, источниками магнитных полей являются промышленные предприятия.

Зоны с повышенными уровнями ЭМП, источниками которых могут быть РТО и РЛС, имеют размеры до 100-150 м. При этом даже внутри зданий, расположенных в этих зонах, плотность потока, как правило выше допустимых значений. ЭМП промышленной частоты в основном поглощаются почвой, поэтому на небольшом расстоянии от линий электропередач (50—100м) напряженность этого поля падает с десятков тысяч до нескольких десятков

вольт на метр. Наблюдения и результаты экспериментов показали, что электромагнитные излучения космического, земного и околоземного происхождения играют определенную роль в организации жизненных процессов на Земле. Так, давно известно высокая степень влияния солнечной активности на все виды биологической деятельности живых организмов, на рост эпидемий различных инфекционных заболеваний. С изменением интенсивности геомагнитного поля связывают годовой прирост деревьев, урожай зерновых культур, обострения инфаркта миокарда и психических заболеваний среди населения, а также число дорожных катастроф.

Источниками производственного шума на электростанциях могут быть турбо- и гидроагрегаты, электродвигатели собственных нужд, дымососы и вентиляционные установки, дробилки и шаровые мельницы систем пылеприготовления, трансформаторы, станки и ручные пневмо- и электромашины, транспортные средства и др.

Механические колебания с частотами 20—20 000 Гц воспринимаются слуховым аппаратом в виде звука. Колебания с частотой ниже 20 и выше 20 000 Гц не вызывают слуховых ощущений, но оказывают вредное биологическое воздействие на организм человека. В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. Одним из эффективных средств защиты от вибрации рабочих мест, оборудования и строительных конструкций является виброизоляция, представляющая собой упругие элементы, размещенные между вибрирующей машиной и основанием. Амортизаторы вибраций изготавливают обычно из стальных пружин или резиновых прокладок. Пружинные амортизаторы применяются для виброизоляции насосов, дробилок, электродвигателей, двигателей внутреннего сгорания. Виброизолирующая способность резиновых амортизаторов меньше, чем пружинных, но они характеризуются большим внутренним трением, что способствует уменьшению времени затухания свободных колебаний системы.

В качестве индивидуальной защиты от вибраций, передаваемых человеком через ноги, рекомендуется носить обувь на войлочной или толстой резиновой подошве. Для защиты рук рекомендуется виброгасящие перчатки.

В процессе эксплуатации электроэнергетических установок - открытых распределительных устройств (ОРУ) и воздушных линий (ВЛ) электропередачи напряжением 400 кВ и выше- отмечено ухудшение состояния здоровья персонала, обслуживающего эти установки. Субъективно это выражается в ухудшении самочувствия работающих-повышенная утомляемость, вялость, головные боли, плохой сон, боли в сердце и т. п.

Электромагнитное поле, возникающее в пространстве вокруг токоведущих частей действующих электроустановок. В электроустановках напряжением менее 400 кВ также возникают электромагнитные поля, но менее интенсивные и, как показывает длительный опыт эксплуатации таких установок, не оказывающие-отрицательного влияния на биологические объекты.

Электрическое поле электроустановок частотой 50 Гц можно рассматривать в каждый данный момент как электростатическое поле, т. е. применять к нему законы электростатики. Это поле создается между двумя электродами (телами), несущими заряды разных знаков, на которых начинаются и оканчиваются силовые линии.

Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю эффективна в тех случаях, когда емкостная проводимость фаз относительно земли больше активной и снижение полного тока замыкания на землю за счет компенсации емкостной составляющей значительно.

Эта мера защиты применяется в дополнение к другим защитным мерам - защитному отключению или заземлению, так как самостоятельно безопасности в большинстве случаев не обеспечивает.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данном разделе выпускной работы рассматриваются вопросы безопасной жизнедеятельности человека, которых необходимо решать на всех стадиях жизненного цикла.

Обеспечение безопасной жизнедеятельности человека в значительной степени зависит от правильной оценки опасных, вредных производственных факторов. Одинаковые по тяжести изменения в организме человека могут быть вызваны различными причинами. Это могут быть какие-либо факторы производственной среды, чрезмерная физическая и умственная нагрузка, нервно-эмоциональное напряжение, а также разное сочетание этих причин.

Обеспечение безопасной жизнедеятельности человека в значительной степени зависит от правильной оценки опасных, вредных производственных факторов. Одинаковые по тяжести изменения в организме человека могут быть вызваны различными причинами. Это могут быть какие-либо факторы производственной среды, чрезмерная физическая и умственная нагрузка, нервно-эмоциональное напряжение, а также разное сочетание этих причин.

Жизнедеятельность — это способ существования или повседневная деятельность человека. В процессе своей жизнедеятельности любой человек постоянно взаимодействует со средой обитания. Последняя – это окружающая человека среда в процессе его деятельности, обусловленная совокупностью физических, химических, биологических, психофизиологических и социально-экономических факторов, способных оказать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство. Основными средами обитания человека являются производственная среда, городская среда или среда населенных мест, бытовая или жилистая среда и природная среда (ПС).

Оптимальное взаимодействие человека со средой обитания возможно, если будут обеспечены комфортность среды, минимизация негативных воздействий и устойчивое развитие системы “человек – среда обитания – машина – чрезвычайная ситуация”. Изучением элементов, составляющих эту систему, и явлений, происходящих в ней занимается безопасность жизнедеятельности.

тельности (БЖД) – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания. Ее основная задача состоит в сохранении работоспособности и здоровья человека, выборе параметров состояния среды обитания и применении мер защиты от негативных факторов естественного и антропогенного происхождения. Основной целью изучения БЖД является приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для:

1) создания оптимального состояния среды обитания в зонах трудовой деятельности и отдыха человека;

2) идентификации (распознавание и количественная оценка) опасных и вредных факторов среды обитания естественного и антропогенного происхождения;

3) разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий (опасностей);

4) проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов народного хозяйства (ОНХ) в соответствии с требованиями по безопасности и экологичности;

5) обеспечения устойчивости функционирования ОНХ и ТС в штатных и чрезвычайных ситуациях;

6) прогнозирования развития и оценки последствий ЧС;

7) принятия решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий.

Взаимодействие человека со средой обитания может быть позитивным или негативным, характер взаимодействия определяют потоки веществ, энергий и информации. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или природную среду.

В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены элементами техносферы (машины, сооружения и т.д.) и действиями человека. Изменяя величину любого потока от минимально значимой до максимально возможной, можно пройти ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек- среда обитания»:

- комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей трудоспособности и как следствие продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания.
- допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых процессов у человека и в среде обитания.
- опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном взаимодействии заболевания, и/или приводят к деградации природной среды.
- чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать нарушения в природной среде.

Из четырёх характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной деятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды. Следовательно, под-

держивание комфортного и/или допустимого состояний является способом повышения защищённости человека.

Комфортное состояние жизненного пространства по показателям микроклимата и освещения достигается соблюдением нормативных требований. В качестве критериев комфортности устанавливают значения температуры воздуха в помещениях, его влажности и подвижности, соблюдение нормативных требований к искусственному освещению помещений и территорий.

Параметры – температура окружающих предметов и интенсивность физического нагревания организма характеризуют конкретную производственную обстановку и отличаются большим разнообразием. Остальные параметры – температура, скорость, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха – получили название параметров микроклимата.

Параметры микроклимата воздушной среды, которые обуславливают оптимальный обмен веществ в организме и при которых нет неприятных ощущений и напряжённости системы терморегуляции организма, называют комфортными или оптимальными.

Физическое понятие об акустических колебаниях охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания в диапазоне 16 Гц...20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называют звуковыми, с частотой менее 16 Гц – инфразвуковыми, выше 20 кГц – ультразвуковыми. Распространяясь в пространстве, звуковые колебания создают акустическое поле.

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Область слышимых звуков ограничена двумя пороговыми кривыми: нижняя – порог слышимости, верхняя – порог болевого ощущения. Самые низкие значения порогов лежат в диапазоне 1...5 кГц. Порог слуха молодого человека составляет 0 дБ на частоте 1000 Гц, на частоте 100 Гц порог слухового восприятия значительно выше, так как ухо

менее чувствительно к звукам низких частот. Болевым порогом принято считать звук с уровнем 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 100 Вт/м². Звуковые ощущения оцениваются по порогу дискомфорта (слабая боль в ухе, ощущение касания, щекотания).

Шум определяют как совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты. Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 50...60 дБ А, автосирена – 100 дБ А, шум двигателя легкового автомобиля –80 дБ А, громкая музыка –70 дБ А, шум от движения трамвая –70...80 дБ А, шум в обычной квартире –30...40 дБ А.

По спектральному составу в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответствующем диапазоне частот различают низко-, средне-и высокочастотные шумы, по временным характеристикам – постоянные и непостоянные, последние, в свою очередь, делятся на колеблющиеся, прерывистые и импульсные, по длительности действия – продолжительные и кратковременные. С гигиенических позиций придается большое значение амплитудно-временным, спектральным и вероятностным параметрам непостоянных шумов, наиболее характерных для современного производства.

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы, исключительно сильное влияние оказывает шум на быстроту реакции, сбор информации и аналитические процессы, из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчиков, мостовых кранов и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

В биологическом отношении шум является заметным стрессовым фактором, способным вызвать срыв приспособительных реакций. Акустический стресс может приводить к разным проявлениям: от функциональных нарушений регуляции ЦНС до морфологически обозначенных дегенеративных деструктивных процессов в разных органах и тканях. Степень шумовой па-

тологии зависит от интенсивности и продолжительности воздействия, функционального состояния ЦНС и, что очень важно, от индивидуальной чувствительности организма к акустическому раздражителю. Индивидуальная чувствительность к шуму составляет 4...17 % . Считают, что повышенная чувствительность к шуму определяется сенсibilизированной вегетативной реактивностью, присущей 11 % населения. Женский и детский организм особенно чувствительны к шуму. Высокая индивидуальная чувствительность может быть одной из причин повышенной утомляемости и развития различных неврозов.

Шум оказывает влияние на весь организм человека: угнетает ЦНС, вызывает изменение скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, может приводить к профессиональным заболеваниям.

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Пример. Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в определенной точке помещения составит L_n , дБА. Если их оба включить, то уровень шума в помещении составит L_{\square} дБА. Чему будет равен уровень шума в помещении, если включить только один источник шума?

Решение:

Введем следующие обозначения:

L_n - уровень шума в помещении при выключенных источниках шума;

L_x - уровень шума одного из одинаковых источников;

L_{\square} - уровень шума в помещении, если включены оба источника;

$L_{\square\square}$ - уровень шума в помещении, если включен один источник.

Тогда согласно формуле

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{0,1L_{\Pi}} + 2 \cdot 10^{0,1L_x}) = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 60} + 2 \cdot 10^{0,1L_x}) = 10 \lg(10^6 + 2 \cdot 10^{0,1L_x}) = 65.$$

С учетом того, что $L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{0,1L_{\Sigma}}) = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 65}),$

получаем $10^6 + 2 \cdot 10^{0,1L_x} = 10^{6,5}.$

Отсюда определяем уровень шума одного источника $L_x = L_t + 10 \lg\left(\frac{10^{0,5} - 1}{2}\right)$

$$L_x = 60 + 10 \lg\left(\frac{10^{0,5} - 1}{2}\right) \approx 60 \text{ дБА.}$$

$$L_{\Sigma} = 60 + 10 \lg 2 \approx 63 \text{ дБА.}$$

Специфическое шумовое воздействие, сопровождающееся повреждением слухового анализатора, проявляется медленно прогрессирующим снижением слуха. У некоторых лиц серьезное шумовое повреждение слуха может наступить в первые месяцы воздействия, у других – потеря слуха развивается постепенно, в течение всего периода работы на производстве. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ – начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Оценка состояния слуховой функции базируется на количественном определении потерь слуха и производится по показателям аудиометрического исследования. Основным методом исследования слуха является тональная аудиометрия. При оценке слуховой функции определяющими приняты средние показатели порогов слуха в области восприятия речевых частот (500, 1000, 2000 Гц), а также потеря слухового восприятия в области 4000 Гц.

Критерием профессионального снижения слуха принят показатель средней арифметической величины снижения слуха в речевом диапазоне, равный 11 дБ и более. Помимо патологии органа слуха при воздействии шу-

ма наблюдаются отклонения в состоянии вестибулярной функции, а также общие неспецифические изменения в организме; рабочие жалуются на головные боли, головокружение, боли в области сердца, повышение артериального давления, боли в области желудка и желчного пузыря, изменение кислотности желудочного сока. Шум вызывает снижение функции защитных систем и общей устойчивости организма к внешним воздействиям.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83 и Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Документы дают классификацию шумов по спектру на широкополосные и тональные, а по временным характеристикам – на постоянные и непостоянные. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления (УЗД) в девяти октавных полосах частот (табл. 3.11) в зависимости от вида производственной деятельности. Для ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука (дБ А), определяемый по шкале А шумомера с коррекцией низкочастотной составляющей по закону чувствительности органов слуха и приближением результатов объективных измерений к субъективному восприятию.

При оценке шума допускается использовать дозу шума, так как установлена линейная зависимость доза–эффект по временному смещению порога слуха, что свидетельствует об адекватности оценки шума по энергии. Дозный подход позволяет также оценить кумуляцию шумового воздействия за рабочую смену.

Нормирование допустимого шума в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки осуществляется в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96.

Оценивать и прогнозировать потери слуха, связанные с действием производственного шума, дает возможность стандарт ИСО 1999: (1975) «Акустика–определение профессиональной экспозиции шума и оценка нарушений

слуха, вызванных шумом».

В производственных условиях нередко возникает опасность комбинированного влияния высокочастотного шума и низкочастотного ультразвука, например при работе реактивной техники, при плазменных технологиях.

Ультразвук как упругие волны не отличается от слышимого звука, однако, частота колебательного процесса способствует большему затуханию колебаний вследствие трансформации энергии в теплоту.

По частотному спектру ультразвук классифицируют на: низкочастотный – колебания $1,2 \cdot 10^4 \dots 1,0 \cdot 10^5$ Гц; высокочастотный – $1,0 \cdot 10^5 \dots 1,0 \cdot 10^9$ Гц; по способу распространения – на воздушный и контактный ультразвук.

Гигиенические нормативы ультразвука определены ГОСТ 12.1.001– 89. Гигиенической характеристикой воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления (дБ) в трех октавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5... 100 кГц (табл. 1).

Таблица 1. Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах

Среднегеометрические частоты трех октавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	80(90)
20	100
25	105
31,5–100,0	110

Примечание. По согласованию с заказчиком допускается устанавливать значение показателя, указанное в скобках.

Характеристикой контактного ультразвука является пиковое значение виброскорости или его логарифмический уровень (табл. 2).

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 2, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

Таблица 2. Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения на

рабочих местах

Среднегеометрические частоты октавных полос.	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровни виброскорости. дБ
8–63	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125–500	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105

Инфразвук – область акустических колебаний с частотой ниже 16...20 Гц. В условиях производства инфразвук, как правило, сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев – с низкочастотной вибрацией.

При воздействии инфразвука на организм уровнем 110...150 дБ могут возникать неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения: нарушения в ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Отмечают жалобы на головные боли, головокружение, осязаемые движения барабанных перепонки, звон в ушах и голове, снижение внимания и работоспособности; может появиться чувство страха, сонливость, затруднение речи; специфическая для действия инфразвука реакция – нарушение равновесия. При воздействии инфразвука с уровнем 105 дБ отмечены психофизиологические реакции в форме повышения тревожности и неуверенности, эмоциональной неустойчивости.

Установлен аддитивный характер действия инфразвука и низкочастотного шума. Следует отметить, что производственный шум и вибрация оказывают более агрессивное действие, чем инфразвук сопоставимых параметров.

Гигиеническая регламентация инфразвука на рабочих местах производится по СН 2274–80. В условиях городской застройки нормирование инфразвука обеспечивается санитарными нормами допустимых уровней инфразвука и низкочастотного шума на территории жилой застройки № 42-128-4948–89 (табл. 3.14).

«Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» № 2971–84. В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности элек-

трического поля:

- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м;
- на территории жилой застройки 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов 5 кВ/м;
- на участках пересечения воздушных линий (ВЛ) с автомобильными дорогами I–IV категории 10 кВ/м;
- в не населенной местности (незастроенные местности, хотя бы и частично посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья) 15 кВ/м;
- в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения 20 кВ/м.

На людей и животных может воздействовать *ударная волна*. Прямое воздействие возникает в результате воздействия избыточного давления и скоростного напора воздуха. Ввиду небольших размеров тела человека, ударная волна мгновенно охватывает человека и подвергает его сильному сжатию в течение нескольких секунд. Мгновенное повышение давления воспринимается живым организмом как резкий удар. Скоростной напор при этом создает значительное лобовое давление, которое может привести к перемещению тела в пространстве. Косвенные поражения людей и животных могут произойти в результате ударов осколков стекла, шлака, камней, дерева и других предметов, летящих с большой скоростью.

В производственных условиях нередко возникает опасность комбинированного влияния высокочастотного шума и низкочастотного ультразвука, например при работе реактивной техники, при плазменных технологиях.

Ультразвук как упругие волны не отличается от слышимого звука, од-

нако, частота колебательного процесса способствует большему затуханию колебаний вследствие трансформации энергии в теплоту.

Рабочие места	Уровни звукового давления дБ, в октавных полосах со									Уровни звука и эквива-
	31,	63	125	250	500	100	200	400	800	
Помещения конструктор-	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, ра-	93	79	70	68	58	55	52	50	49	60
без речевой связи по теле-	103	94	87	82	78	75	73	71	70	80
с речевой связью по телефо-	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения и участки точ-	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения лабораторий для	107	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места	110	99	92	86	83	ВО	78	76	74	85

Шум и вибрация всегда усиливают токсический эффект промышленных ядов. Причиной этого является изменение функционального состояния ЦНС и сердечно-сосудистой системы. Шум усиливает токсический эффект оксида углерода, стирола, крекинг-газа и др. Вибрация, изменяя реактивность организма, повышает его чувствительность к другим факторам, например, кобальту, кремниевым пылям, дихлорэтану; оксид углерода более токсичен в сочетании с вибрацией.

Ультрафиолетовое излучение, оказывая влияние на взаимодействие газов в атмосферном воздухе, способствует образованию смога. При ультрафиолетовом облучении возможна сенсбилизация организма к действию некоторых ядов, например развитие фотодерматита при загрязнении кожи пековой пылью. Вместе с тем ультрафиолетовое облучение может понижать чувствительность организма к некоторым вредным веществам вследствие усиления окислительных процессов в организме и более быстрого обезвреживания яда. Так, токсичность оксида углерода при ультрафиолетовом облучении снижается благодаря ускоренной диссоциации карбоксигемоглобина и более быстрого выведения яда из организма.

Большое практическое значение имеет проблема комбинированного влияния ионизирующего излучения и химического фактора. Особенно злобо-

днейны два аспекта этой проблемы: первый – уменьшение разрушающего действия радиации путем одновременного воздействия вредного вещества, используя явление антагонизма. Например, установлено, что острое воздействие ядов, вызывающее в организме гипоксию (снижение кислорода в тканях) и одновременное и последовательное действие ионизирующей радиации сопровождается ослаблением тяжести радиационного поражения, т. е. способствует большей радиоустойчивости организма. Такой эффект замечен для оксида углерода, анилина, цианидов, а также веществ, относящихся к классу индолилалкиламинов, производных триптофана (серотонин, мексамин). К другой группе веществ, снижающих радиочувствительность биологических тканей, относятся меркаптоалкиламины.

Асинхронные машины

Схема асинхронной машины показана на рис. 1. В схеме асинхронной машины и ее принципе действия есть сходство с трансформатором. Отличие заключается в том, что вторичная обмотка размещается на вращающемся роторе и не связана с внешней сетью. На схеме рис. 1, а эта обмотка состоит из стержней, замкнутых накоротко, что соответствует двигателю с короткозамкнутым ротором, а в двигателях с фазовым ротором она соединяется с внешними сопротивлениями — рис. 1, б).

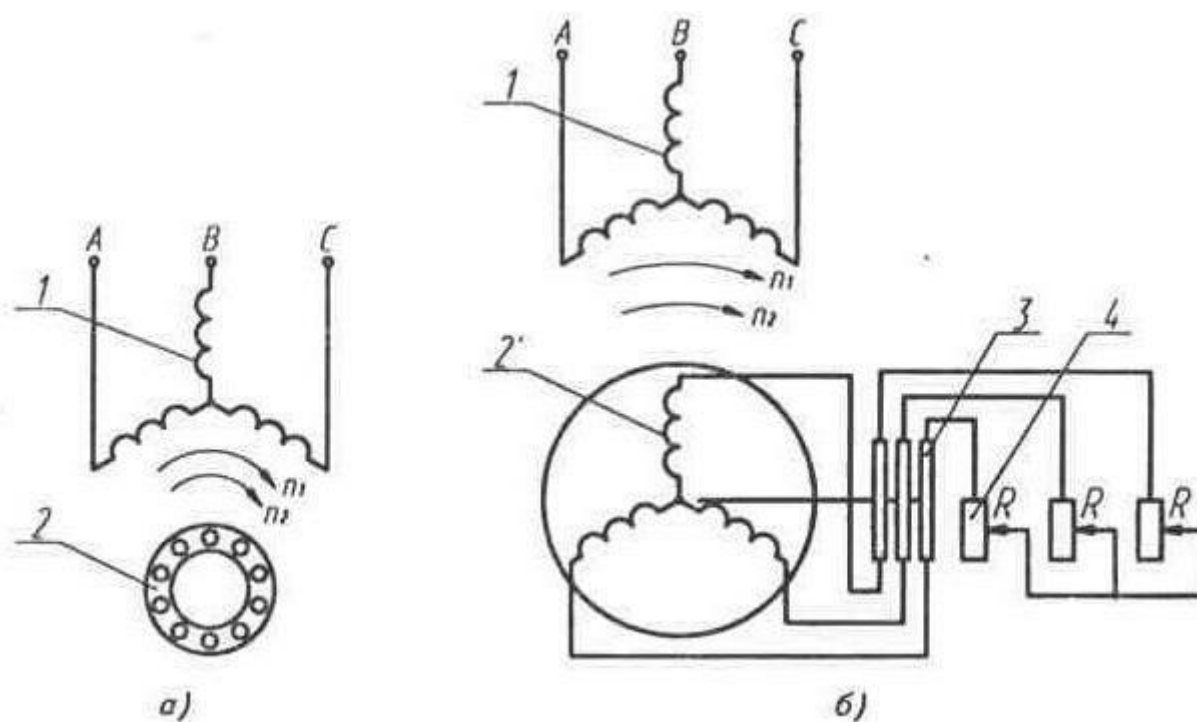


Рис. 1. Схемы асинхронной машины: а) асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; б) асинхронный двигатель с фазным ротором; 1 — обмотки статора, 2 — ротор с короткозамкнутыми стержнями, 2 — обмотки фазного ротора, 3 — контактные кольца, 4 — сопротивления в цепи фазного ротора.

Обмотка статора равномерно распределена по его окружности. Обмотки фаз статора соединяются в звезду или в треугольник.

При питании трехфазной обмотки статора трехфазным током, создается вращающееся магнитное поле, частота вращения которого

$$n_1 = 60f_1/p$$

где f_1 — частота тока питающей сети, Гц, p — число пар полюсов обмотки статора.

Вращающийся магнитный поток Φ индуцирует в обмотках статора и ротора ЭДС E_1 и E_2 . Под действием ЭДС E_2 , в обмотке ротора возникает ток I_2 при взаимодействии которого с магнитным полем создается электромагнитный вращающий момент M . Величина ЭДС E_2 ; и частота ее изменения f_2 зависят от скорости пересечения магнитным полем статора Φ витков обмотки ротора. Частоту вращения поля ротора обозначим n_2 .

Частота пересечения магнитным полем статора обмотки ротора является относительной частотой поля статора относительно ротора и равна разности $n_1 - n_2$. Если разность равна 0, то нет движения поля статора относительно ротора, нет ЭДС E_2 и тока I_2 и вращающего момента M . При увеличении разности $n_1 - n_2$ величины E_2 , I_2 , f_2 и M увеличиваются.

Условием работы асинхронной машины является неравенство частот вращения поля статора и ротора, поэтому машина и называется асинхронной, т. е. несинхронной.

Относительная разность частот вращения поля статора и ротора

$$s = n_1 - n_2 / n_1$$

называется скольжением.

Асинхронные электродвигатели. Серии двигателей.

Первая серия асинхронных электродвигателей — серия А — была разработана в 1946-1949 гг. Она состояла из семи габаритов в диапазоне мощностей от 0,6 до 100 кВт. В серии предусмотрены защищенные двигатели типа А и впервые — закрытые обдуваемые типа АО. В серии был предусмотрен ряд модификаций по конструкции и характеристикам.

Обозначения в данной серии следующие.

Защищенное исполнение.

Оболочка чугунная — А, алюминиевая — АЛ.

Закрытое обдуваемое исполнение.

Оболочка чугунная — АО, алюминиевая — АОЛ.

Пример обозначения: А031-4, А032-4, где цифры обозначают:

3 — габарит, или наружный размер статора; 1 и 2 — длина машины;

4 — число полюсов.

Новая серия А2 была разработана в 1957-1959 гг. с учетом рекомендаций Международной электротехнической комиссии (МЭК). Серия состояла из девяти габаритов двигателей с высотами оси вращения от 90 до 280 мм, шкалы мощностей из 19 ступеней от 0,6 до 100 кВт.

Обозначения двигателей серии А2 такие же, как и серии А, только после А стоит цифра 2.

Для различных условий работы имеются модификации двигателей.

По исполнению двигатели могут быть в химостойком А02...Х, влагоморозостойком А02...ВМ, сельскохозяйственном А02...СХ исполнениях.

Другие модификации обозначаются:

П — двигатели с повышенным пусковым моментом;

С — с повышенным скольжением; К — с фазным ротором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускном квалификационном работе был спроектирован асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Расчет выполнялся с использованием ЭВМ. В расчёте были изложены и рассмотрены все разделы: электромагнитный, тепловой, вентиляционный и механический.

В электромагнитном расчёте содержался вопросы по расчёту параметров, энергетических и пусковых характеристик двигателя. Для статора выбрана однослойная петлевая обмотка и изоляция класса нагревостойкости F. Укладка обмотки в пазы статора производится ручным способом. Пазы на статоре имеют трапецеидальную форму. Статор собирается из листов электротехнической стали марки 2013 толщиной 0,5 мм. Пазы на роторе закрытые, имеют овальную форму. Тепловой расчёт включает в себя определение превышения температуры обмотки статора над температурой окружающей среды.

В вентиляционном расчёте определяется расход воздуха, обеспечиваемый наружным вентилятором, необходимого для охлаждения двигателя.

Заданием на проектирование предусмотрен расчет вала на жёсткость и прочность. Было произведено конструирование узлов и деталей двигателя.

	M	I	X_1	X_2'	R_1	R_2'	η	$\cos\varphi$
базовые	1,4	7,5	0,091	0,11	0,039	0,020	88,5	0,91
расчетные	1,418	7,52	0,113	0,1	0,05	0,021	86,6	0,902

По своим энергетическим, пусковым, механическим, виброшумовым, эксплуатационным характеристикам, в соответствии со сравнительным анализом цифр, приведенных в таблице спроектированный асинхронный двигатель серия 4А удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к асинхронным двигателям, и соответствует современному уровню электромашиностроения.

По экономической части выпускной работы выполнены : Техничко–экономическое обоснование работы; планирование объёма инвестиции; пла-

нирование затрат на выполнение работы; определение годовую экономию и срока окупаемости (капвложение) инвестиции.

По экологической части выпускной работы выполнены: в нормативные уровни внесены поправки на характер вибрации и длительность ее воздействия, а также время суток. При этом постоянной считают вибрацию, уровень которой при измерении прибором с характеристикой «медленно» в течение не менее 10 мин изменяется на ± 3 дБ. Для временных вибраций (например, при проведении строительных работ) допускается в дневное время вводить дополнительную поправку, равную +10 дБ.

По части БЖД выпускной работы выполнены: Согласно нормам К.М.К. 2.01.02-97 внутренний пожарный водопровод не устанавливается в производственных зданиях в которых применение воды может вызвать взрыв или пожар - в производственных зданиях I и II степени огнестойкости с производственными категориями Г и Д, т. е. турбогенератор ТЭС не оборудуется пожарным водопроводом, тушение пожаров в турбинном отделении предусмотрено воздушно-механической пеной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирзиеев Ш.М. Устуворлик ва инсон манфаатларини таъминлаш– юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. “Ўзбекистон” НМИУ, 2017
2. Копылов И.П. Проектирование электрических машин. М.: Высшая школа, 2002. – 757 с.: ил.

3. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. М.: Высшая школа, 2001. 318 с.
4. Пирматов Н.Б., Мустафакулова Г.Н., Махмадиев Ғ.М. «Электр машиналари» курсидан «Асинхрон машиналарни лойиҳалаш». Услубий қўлланма. -Т.: ТошДТУ, 2013. –95 б.
5. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. /Под ред. О.Д.Гольдберга. –М.:Высш.шк., 2001, -430.
6. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. / Под общей ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова.М.: Энергоатомиздат, 1 т.2001, 456 с.;2 т.2001.–688 с.
7. Rentzsch H. Elektromotoren. Electric Motors. –ASEA BROWN BOVERI, 2002. 861 p
8. Салимов Д.С., Пирматов Н.Б. Электр машиналари.–Т.: 2010.–460 с.
9. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник для бакалавр. – Москва.: Юрайт, 2012. – 675 с.
10. http://www.motoren.ru/tb.phpoffer_id=29967
11. <http://elib.ispu.ru/library/gromov/index.html>
12. <http://library.espec.ws/books/electricity/Chapter2/2-10-2.htm>

Отзыв

на выпускную работу студента группы 133-13 ЭЭЭ

Азимова Умиджона Дилшод ўғли на тему

«Расчет потери мощности синхронного двигателя»

Выпускная работа состоит из пояснительной записки и слайдов. Пояснительная записка состоит из четырех разделов: основная часть, безопасность жизнедеятельности, экология и экономическая часть. В ней содержатся графики, схемы и рисунки.

В данной выпускной квалификационной работе основное внимание уделено вопросам, касающимся расчета потери мощности синхронного двигателя.

Выпускная работа содержит все необходимые материалы.

В целом выпускная работа выполнена грамотно, с соблюдением правил выполнения технической документации и ГОСТ.

Представленная выпускная работа выполнена полностью, в соответствии с заданием и рекомендуется к защите перед Государственной Аттестационной комиссией.

Выпускник Азимов Умиджон Дилшод ўғли достоин присвоения ему степени бакалавра по направлению - «Электротехника, электромеханика и электротехнологии».

Руководитель

Қораев С.Р.

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную работу по теме «Расчет потери мощности синхронного двигателя» выполненную студентом группы 133-13 ЭЭЭ кафедры «Электрические машины» Азимова Умиджона Дилшод ўгли

На рецензию представлены: пояснительная записка на 61 страницах и презентация состоящая из 10 слайдов.

Актуальность темы. Одним из крупнейших потребителей электроэнергии в стране сетевые электродвигатели, большая часть которых используется в промышленности, в частности в карьерах.

В работе получены следующие основные научные результаты:

- рассчитана рабочая и U-образная характеристика сетевого синхронного двигателя экскаватора
- показано, что предложенный способ регулирования тока возбуждения обеспечивает оптимальный режим работы сетевого синхронного двигателя в статическом режиме;
- показано, что в своевременная защита обеспечивает нормальный режим работы сетевого синхронного двигателя

Практическая значимость результатов работы. Результаты исследований могут быть использованы в карьерах.

В работе имеются следующие замечания:

1. Некоторые схемы выполнены с отступлением от ГОСТа.
2. В работе имеются стилистические ошибки.

Несмотря на указанное замечание, выпускная работа выполнена полностью, в соответствии с заданием и рекомендуется к защите. Выпускник Азимов Умиджон Дилшод ўгли достоин присвоения ему степени бакалавра по направлению - «Электротехника, электромеханика и электротехнологии».

«Тошэлектромаш» корпорация директори



У.Р. Маткаримов