МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ВСН-75-79
Минобороны

Москва — 1980

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ВСН - 75 - 79
Минобороны

Москва—1980

Настоящая инструкция разработана в качестве руководящего документа при проектировании систем электроснабжения различных сооружений. Она является первым опытом создания и выпуска нормативного документа, основное назначение которого - достижение единообразия в подходе к определению электрических нагрузок типовых объектов на базе метода упорядоченных диаграмм. После накопления достаточного опыта расчета и сбора статистических данных по нагрузкам типовых объектов инструкция подлежит корректировке.

Инструкция разработана В.В.Исаевым

Министерство обороны	Ведомственные строительные нормы	ВСН - 75 - 79 Минобороны
(Минобороны)	Инструкция по определению электрических нагрузок	Впервые

I. Общие положения

I.I. Назначение и область применения инструкции

I.I.I. Цель инструкции - дать общую методику определения электрических нагрузок и связанных с ними величин, являющихся исходными при проектировании автономных и внутренних систем электроснабжения (СЭС).

I.I.2. Настоящую инструкцию рекомендуется применять при расчете нагрузок на всех ступенях и для всех элементов как автономных систем электроснабжения, так и внутренних, без введения в расчеты каких-либо понижающих коэффициентов. На низших ступенях расчета определение нагрузок осуществляется с помощью коэффициента использования (I.3.I4.), на высших - более предпочтительным является статистический метод с учетом коэффициента несовпадения максимума. Низшей ступенью расчета называется ступень, стоящая ближе к электроприемнику. Высшая ступень расчета - это уровень сетевых понизительных подстанций, главных понизительных подстанций и т. д.

Внесена Техническим управлением капитального строительства Министерства обороны.	Утверждена начальником Технического управления капитального строительства Министерства обороны 29 декабря 1979 г.	Срок введения в действие I июля 1980г.

I.I.3. Так как коэффициенты использования для сооружений и объектов Минобороны в настоящее время во всей полноте еще неизвестны, то их определение на первом этапе расчета может быть произведено при помощи коэффициентов загрузки и среднего времени работы электроприемников за расчетный период в наиболее загруженном режиме. Эти коэффициенты должны быть оценены технологами.

I.2. Требования к точности расчетов

I.2.I. Определение электрических нагрузок производится с целью выбора и проверки токоведущих элементов и трансформаторов по пропускной способности (нагреву) и экономическим соображениям (экономической плотности тока), а также для расчета потерь и отклонений напряжения, колебаний напряжения, выбора защитных устройств и компенсирующих установок.

I.2.2. В настоящей инструкции при упрощении расчетных выражений и построении графиков принята допустимая погрешность $\pm$ I0%.

I.3. Определения и обозначения основных величин

I.3.I. Все величины и коэффициенты, применяемые при расчетах и исследованиях электрических нагрузок, подразделяются на индивидуальные и групповые.

Индивидуальные величины и коэффициенты обозначаются строчными буквами, а групповые - прописными буквами латинского и греческого алфавитов.

I.3.2. Номинальная (установленная) мощность одного электроприемника - это мощность двигателя, силового или специального

трансформатора, обозначенная в заводской табличке, паспорте, а также на колбе или цоколе источника света.

Под номинальной активной мощностью электродвигателя понимается мощность (кВт), развиваемая двигателем на валу при номинальном напряжении $P_н$, а под номинальной мощностью других электроприемников - потребляемая ими из сети мощность $P_н$ (кВт) или $S_н$ (кВ·А) при номинальном напряжении.

Паспортная мощность электроприемников повторно-кратковременного режима приводится к номинальной длительной мощности при ПВ=I по формулам

$$P_н = P_{паспн}\sqrt{ПВ}\ ; \qquad S_н = S_{паспн}\sqrt{ПВ}\ ,$$

где ПВ - паспортная продолжительность включения в долях единицы.

I.3.3. Групповая номинальная активная мощность - это сумма номинальных (паспортных) активных мощностей отдельных рабочих электроприемников, приведенных к ПВ=I:

$$P_н = \sum_{i=1}^{n} P_н .$$

I.3.4. Под номинальной реактивной мощностью одного электроприемника понимается реактивная мощность, потребляемая им из сети (знак "плюс") или отдаваемая в сеть (знак "минус") при номинальной активной мощности и номинальном напряжении (а для синхронных двигателей - и при номинальном токе возбуждения и номинальном $Cos\,\varphi$).

Паспортная реактивная мощность при повторно-кратковременном режиме приводится к длительному режиму (ПВ=I) по формуле

$$Q_н = Q_{паспн}\sqrt{ПВ} .$$

I.3.5. Групповая номинальная реактивная мощность - это алгебраическая сумма номинальных (паспортных) реактивных мощностей отдельных рабочих электроприемников, приведенных к ПВ=I:

$$Q_н = \sum_{i=1}^{n} q_н .$$

I.3.6. Групповая средняя активная (реактивная) мощность за период времени T определяется как частное от деления расхода активной W (реактивной V) энергии всей группой за это время на длительность периода:

$$P_c = \frac{W}{T}; \qquad Q_c = \frac{V}{T} .$$

Средняя активная (реактивная) мощность группы равна сумме средних активных (реактивных) мощностей отдельных электроприемников:

$$P_c = \sum_{i=1}^{n} p_c ; \qquad Q_c = \sum_{i=1}^{n} q_c .$$

I.3.7. Средняя активная $P_{cм}$ или реактивная $Q_{cм}$ мощность в режиме наибольшей загрузки работы сооружения определяется продолжительностью этого режима $T_{cм}$ и является основной величиной при расчете электрических нагрузок групп электроприемников.

I.3.8. Расчетная активная мощность $P_р$ соответствует длительной постоянной нагрузке током $I_р$, которая эквивалентна ожидаемой изменяющейся нагрузке по наиболее тяжелому тепловому действию: максимальной температуре перегрева.

Требование эквивалентности должно удовлетворять следующим условиям:

при длительной нагрузке элемента СЭС (кабеля, трансформатора) расчетным током тепловой износ изоляции должен быть равен износу при фактически изменяющейся нагрузке;

проводники, для которых длительно допустимая нагрузка по

нормам равна расчетному току, при работе в условиях изменяющейся нагрузки не должны иметь перегрев, превышающий длительно допустимую температуру более чем на 50%.

I.3.9. Максимальные значения активной $p_н$, $P_м$, реактивной $q_н$, $Q_м$, полной $s_н$, $S_м$, мощностей или тока $i_н$, $I_м$ представляют собой наибольшие значения из соответствующих величин за некоторый промежуток времени (например, I0, I5, 30 мин). Максимальные нагрузки характеризуются ожидаемой частотой появления за тот или иной период (цикл, режим, межпрофилактический период).

Величина расчетного максимума тока группы электроприемников определяется из соотношения

$$I_м = \frac{\sqrt{P_м^2 + Q_м^2}}{\sqrt{3}\,U_н}; \qquad I_м = \frac{P_м}{\sqrt{3}\,U_н \cos\varphi_м},$$

где $\cos\varphi_м$ - средневзвешенный коэффициент мощности группы за период расчетного максимума активной мощности;

$U_н$ - номинальное значение напряжения, кВ.

Расчетные максимумы тока $I_м$, активной $P_м$ и реактивной $Q_м$ мощностей должны быть положены в основу расчетов потерь и отклонений напряжения, а также максимальных потерь мощности в сетях.

I.3.I0. Пиковым током одного или группы электроприемников $i_п$, $I_п$ называется максимально возможная нагрузка длительностью 1-2с. Пиковый ток должен характеризоваться частотой появления. Величина его кладется в основу расчетов колебаний напряжения, выбора устройств защиты и их уставок, а также проверки электрических сетей по условиям самозапуска электродвигателей.

I.3.II. Коэффициентом использования активной мощности одного электроприемника $k_и$ или группы электроприемников $K_и$

называется отношение средней активной мощности отдельного электроприемника (или группы) к ее номинальному значению:

$$k_u = \frac{P_c}{P_н}; \quad K_u = \frac{P_c}{P_н} = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_u P_н}{\sum_{i=1}^{n} P_н}.$$

Для группы электроприемников с разными режимами работы групповой коэффициент использования активной мощности определяется с достаточной для практических расчетов точностью по формуле

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{см}}{\sum_{i=1}^{n} P_н},$$

где n - число подгрупп электроприемников с разными режимами работы, входящих в данную группу;

$P_{см}$ - средняя мощность за наиболее загруженный режим работы сооружения.

Значения коэффициента использования должны быть отнесены к тому же промежутку времени (цикл, режим, межпрофилактический период), что и средние величины мощности, на основе которых этот коэффициент вычисляется.

I.3.I2. **Коэффициентом формы графика нагрузки** k_ϕ, K_ϕ называется отношение эффективного (среднеквадратичного) тока (или полной мощности) отдельного электроприемника (или группы) за определенное время к его среднему значению за тот же период времени:

$$k_\phi = \frac{i_э}{i_c} = \frac{S_э}{S_c}; \qquad K_\phi = \frac{I_э}{I_c} = \frac{S_э}{S_c}.$$

С достаточной точностью эти соотношения могут быть отнесены и к активной мощности одного или группы электроприемников:

$$k_\phi = \frac{P_э}{P_c}; \qquad K_\phi = \frac{P_э}{P_c}$$

I.3.I3. **Коэффициентом максимума активной мощности** $K_м$ называется отношение расчетного (получасового) максимума активной мощности к ее среднему значению за исследуемый период

времени:

$$K_M = \frac{P_M}{P_C} .$$

Исследуемый период времени принимается равным продолжительности наиболее загруженного режима работы сооружения. Обратная величина коэффициента максимума определяет коэффициент заполнения (коэффициент нагрузки K_H) графика нагрузки за наиболее загруженный режим работы сооружения:

$$K_H = \frac{1}{K_M} .$$

I.3.I4. Коэффициентом включения одного электроприемника $k_в$ называется отношение продолжительности включения одного электроприемника в цикле $t_в$, которая равна сумме продолжительности работы с нагрузкой $t_р$ и продолжительности холостого хода $t_х$, ко всей продолжительности цикла $t_ц$:

$$k_в = \frac{t_в}{t_ц} = \frac{t_р + t_х}{t_ц} .$$

I.3.I5. Коэффициентом включения группы электроприемников, или групповым коэффициентом включения, $K_в$ называется средневзвешенное (по номинальной активной мощности) значение коэффициентов включения всех электроприемников, входящих в группу, определяемое по формуле

$$K_в = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_в P_н}{\sum_{i=1}^{n} P_н} .$$

I.3.I6. Коэффициентом загрузки одного электроприемника по активной мощности $k_з$ называется отношение фактически потребляемой им активной мощности к номинальной мощности электроприемника:

$$k_з = \frac{P}{P_н} = \frac{k_ц}{k_в}$$

I.3.17. Групповым коэффициентом загрузки по активной мощности $k_з$ называется отношение группового коэффициента использования к групповому коэффициенту включения:

$$K_з = \frac{K_и}{K_в}.$$

I.3.18. Коэффициентом спроса по активной мощности $K_с$ называется отношение расчетной активной мощности (получасового максимума) к номинальной (установленной) мощности групп:

$$K_с = \frac{P_р}{P_н} = \frac{P_м}{P_н} = K_м K_и .$$

I.3.19. Коэффициентом участия в максимуме (несовпадения максимумов) $K_Σ$ называется отношение суммарного расчетного (получасового) максимума активной мощности к сумме максимумов отдельных групп электроприемников:

$$K_Σ = \frac{P_Σ}{\sum_{i=1}^{n} P_м} .$$

I.3.20. Режимом наибольшей загрузки называется режим работы сооружения с наибольшим потреблением энергии данной группой электроприемников, сооружением или объектом в целом. Обычно наиболее загруженным режимом работы сооружения является такой, в котором работает максимальное количество агрегатов.

I.3.21. Под межпрофилактическим периодом функционирования СЭС сооружения (объекта) понимают время от начала эксплуатации СЭС сооружения объекта до ее вывода в регламент.

I.3.22. Под рабочим временем функционирования СЭС понимают время, в течение которого СЭС проходит все предусмотренные технологией режимы работы.

I.3.23. Коэффициентом режимности по энергоиспользованию называется отношение потребления активной энергии группой электроприемников, сооружением или объектом за межпрофилактический период к потреблению активной энергии в режиме наиболь-

шей загрузки сооружения за тот же период времени:

$$\alpha = \frac{W_{мпф}}{P_{см}\, I_{мпф}},$$

где α – коэффициент режимности по энергоиспользованию;

$W_{мпф}$ – энергия, потребляемая сооружением за межпрофилактический период;

$P_{см}$ – средняя мощность за наиболее нагруженный режим работы сооружения;

$I_{мпф}$ – рабочее время функционирования сооружения.

Коэффициенты режимности по электроиспользованию учитывают различные нагрузки отдельных режимов и сезонные изменения нагрузки.

I.3.24. Эффективное (приведенное) число электроприемников $n_э$ – это такое число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое обуславливает ту же величину расчетного максимума, что и группа различных по мощности и режиму работы электроприемников.

Точным выражением эффективного числа электроприемников является следующее:

$$n_э = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} P_н\right]^2}{\sum_{i=1}^{n} P_н^2}.$$

I.3.25. Число часов использования максимума активной $T_м$ или реактивной $T_{мр}$ мощности представляет собой отношение расхода активной $W_{мпф}$ или реактивной $V_{мпф}$ энергии за межпрофилактический период, которая используется группой электроприемников, сооружением или объектом в целом, к получасовому максимуму активной или соответственно реактивной мощности:

$$T_м = \frac{W_{мпф}}{P_м}; \qquad T_{мр} = \frac{V_{мпф}}{Q_м}.$$

I.3.26. Средневзвешенный коэффициент мощности $\cos\varphi$ за какой-либо промежуток времени t определяется из соотношения

$$Cos\varphi_t = \frac{W_t}{\sqrt{W_t^2 + V_t^2}},$$

где W_t и V_t – расход активной и реактивной электроэнергии за то же время.

2. Определение средних нагрузок

2.I. Исходные данные

2.I.I. Исходные данные для определения электрических нагрузок содержатся в технических заданиях отделов проектных организаций и отделов смежных специальностей на проектирование внутреннего электрооборудования и ДЭС сооружения. В указанные задания помимо электроприемников трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц вносятся электроприемники всех других частот, а также электроприемники постоянного тока.

2.I.2. Технологические отделы или отделы смежных специальностей при выдаче электротехническим отделам заданий на проектирование должны дать полные ответы на все вопросы, предусмотренные приложением I.

2.I.3. В технических заданиях приложения I в вертикальных графах I6 – I9 предусмотрена возможность двух режимов работы электроприемников, у которых наблюдается значительное изменение нагрузки в течение режима, т. е. график нагрузок носит пиковый характер.

Для электроприемников, у которых суточный график нагрузки мало изменяется, в техническом задании по приложению I заполняются только графы I7, I9 для рабочего режима с прочерком в графах I6, I8 для дежурного режима.

2.I.4. На основе технических заданий на проектирование, выполненных по приложению I, должен быть составлен полный перечень электроприемников трехфазного тока сооружения с исходными

данными для расчета нагрузок.

2.I.5. В приложении 2 приводится вариант перечня, когда целесообразно деление электроприемников на группы и представление результатов расчета в виде отдельной сводной таблицы согласно приложению 3.

2.I.6. При заполнении вертикальных граф (I - 2I) полного перечня электроприемников (приложение 2) следует руководствоваться следующими правилами:

I. В графы 2 - 8 заносятся электроприемники сооружения как рабочие, так и резервные, для того, чтобы в проекте имелся их полный перечень.

2. Трехфазные электроприемники, имеющие во всех режимах вентиляции одинаковые коэффициенты загрузки $K_з$, коэффициенты мощности $Cos\varphi$, среднее время продолжительности работы в течение суток $t_р$ и коэффициенты полезного действия $\eta_н$ допускается записывать в перечень по приложению 2 одной строкой с указанием в графе 5 числа и номинальной мощности каждого электроприемника, например 3 х I2, 4 х 0,5 и т. д. В этом случае в графе 3 должна быть ссылка на номер чертежа со схемой включения и указанием типа каждого из них, а в графе 4 - отметка "3 - Ф" (трехфазный).

3. Однофазные электроприемники должны распределяться по фазам равномерно. Принимается, что неравномерность распределения по фазам в сумме не превышает I5%. Поэтому не предусмотрено никаких поправочных коэффициентов к однофазным нагрузкам.

2.I.7. В графу I2 заносится новое значение к.п.д. электродвигателя η, если по каталожным данным при заданной в графе I0. I1 нагрузке $K_з$ значение к.п.д. уменьшается более чем на 5%.

По графам I4, I5 или I6, I7 находятся те значения времени t_{p1} и t_{p2}, при которых имеет место наибольшее суммарное время работы электроприемника в течение режима t_{p1} и t_{p2} (зимой или летом).

Определяется среднее значение коэффициента загрузки

$$K_{з.с} = \frac{K_{з1}(гр\ 10)t_{p1} + K_{з2}(гр\ 11)t_{p2}}{t_{p1} + t_{p2}}.$$

В тех случаях, когда в графах I0, II приводится коэффициент загрузки только для рабочего режима (в графе II - прочерк), усреднения его подобно вышеизложенному не требуется.

2.I.8. В графе I3 приводится значение коэффициента мощности электроприемника $Cos\varphi$, откорректированное с учетом заданного коэффициента загрузки $K_з$ (графы I0, II) и усредненного как в пункте 3.I.6.

Корректировку целесообразно проводить ввиду того, что при уменьшении активной нагрузки электроприемника практически мало изменяется его реактивная (индуктивная) нагрузка, значительная часть которой определяется токами намагничивания стали.

Корректировку следует проводить исходя из следующих условий:

при номинальном коэффициенте мощности $Cos\varphi_н = 0,9$ и коэффициенте загрузки $K_з = 0,8$ результирующий коэффициент мощности электроприемника снижается на 5% против номинального $Cos\varphi_н$, а при $K_з = 0,6$ - на I5%,

при номинальном коэффициенте мощности $Cos\varphi_н = 0,8$ и коэффициенте загрузки $K_з = 0,8$ результирующий коэффициент мощности электроприемника снижается на 9%, а при $K_з = 0,6$ - на I9%.

При промежуточных значениях $K_з$ и $Cos\varphi_н$ следует производить ориентировочную интерполяцию.

2.I.9. В графах I8-2I повторяются данные графы 5, но туда заносят число и мощность рабочих электродвигателей, участвующих в работе при заданном режиме вентиляции (I,II или III), без отключенных резервных.

Если резервный электроприемник, служащий источником питания, нормально включен, а резервирование при выходе из строя одного из двух работающих агрегатов осуществляется включением межсекционного автомата, то нагрузка этого резервного электроприемника из граф I8-2I не исключается.

2.I.I0. Электродвигатели гермоклапанов из-за кратковременности работы не заносятся в графы I8-2I.

У таких электродвигателей крайне низок коэффициент использования, и введение их в число расчетных может привести к искажению результатов расчета.

2.I.II. Коэффициенты использования K_u в графу 22 заносятся после получения результатов расчета.

2.2. Определение расчетных нагрузок

2.2.I. Средняя мощность в режиме наибольшей загрузки группы электроприемников определяется умножением установленной мощности электроприемников на их групповой коэффициент использования:

$$P_{cм} = K_u P_н ,$$

где $P_н$ - суммарная номинальная активная мощность группы рабочих электроприемников.

2.2.2. Средний ток находится по величинам средних мощностей за соответствующий период времени по формуле

$$I_c = \frac{\sqrt{P_c^2 + Q_c^2}}{\sqrt{3}\, U_н} .$$

2.2.3. Расчетные нагрузки (получасовые максимумы активной

мощности) определяются по формуле

$$P_м = K_м P_{см} ,$$

где $P_{см}$ – средняя мощность группы электроприемников в наиболее загруженном режиме;

$K_м$ – коэффициент максимума активной мощности.

2.2.4. Расчетная реактивная нагрузка (получасовой максимум реактивной мощности) определяется по подсчитанным ранее расчетным активным нагрузкам из соотношения

$$Q_м = P_м tg\varphi .$$

2.2.5. Результатами расчетов должны быть значения коэффициентов использования, подлежащие внесению проектировщиками в графу 22 полного перечня, а также итоговые данные, необходимые для заполнения сводной таблицы результатов расчетов по приложению 3.

Вычисление производится для каждого заданного режима вертикальных граф I8-2I полного перечня электроприемников (приложение 2) в следующем объеме и порядке.

2.2.6. Определяются коэффициенты использования $K_и$ применительно к графе 22 полного перечня (приложение 2):

для электроприемников с изменяющимся к.п.д. в зависимости от нагрузки

$$K_и = \frac{K_{з1} t_1 (гр.14) + K_{з2} t_2 (гр.15)}{24}; \quad K_и = \frac{K_{з1} t_1 (гр.16) + K_{з2} t_2 (гр.17)}{24}$$

для всех прочих электроприемников

$$K_и = \frac{K_{з1} t_1 (гр.14) + K_{з2} t_2 (гр.16)}{24}; \quad K_и = \frac{K_{з1} t_1 (гр.16) + K_{з2} t_2 (гр.17)}{24}$$

Согласно вышеизложенному для каждой горизонтальной строки должны подсчитываться два значения коэффициента использования для заполнения графы 22: в зимний и летний периоды.

При заполнении графы 22 следует вносить большее значение K_u. Формулы настоящего пункта справедливы для режима, длящегося сутки.

2.2.7. Определяются применительно к графам 18-21 (приложение 2) для каждой горизонтальной строки средняя активная и реактивная мощность электроприемника:

$$P_{см} = K_u P_н \quad [кВт]$$

$$Q_{см} = P_{см} = \frac{\sqrt{1-\cos^2\varphi}}{\cos\varphi} = P_{см} \operatorname{tg}\varphi \quad [кВ \cdot Ар].$$

2.2.8. По каждой группе электроприемников полного перечня (основная технология, отопление и вентиляция, водоснабжение и канализация и т. д.) для каждого режима граф 18-21 вычисляются следующие суммарные данные по группе:

суммарная установленная мощность

$$P_{нΣ} = P_{н1} + P_{н2} + \ldots + P_{нm} \quad [кВт];$$

суммарная средняя активная мощность

$$P_{смΣ} = P_{см1} + P_{см2} + \ldots + P_{смm} \quad [кВт];$$

суммарная средняя реактивная мощность

$$Q_{смΣ} = Q_{см1} + Q_{см2} + \ldots + Q_{смm} \quad [кВАр];$$

сумма квадратов установленных мощностей

$$\sum_{i=1}^{n} P_н^2 = P_{н1}^2 + P_{н2}^2 + \ldots + P_{нm}^2 \quad [кВт^2];$$

эффективное число электроприемников

$$n_э = \frac{(P_{нΣ})^2}{\sum_{i=1}^{n} P_н^2};$$

средневзвешенный коэффициент использования

$$K_{иΣ} = \frac{P_{смΣ}}{P_{нΣ}};$$

коэффициент максимума активной мощности

$$K_м = \sqrt{1 + \frac{2}{(K_{иΣ}^2 + 0{,}036)n_э}};$$

максимальная активная мощность

$$P_м = K_м P_{смΣ} \quad [кВт];$$

максимальная реактивная мощность

$$Q_м = 1{,}05\,Q_{см\,\Sigma} \qquad [кВ \cdot Ар],$$

максимальная полная мощность

$$S_м = \sqrt{P_м^2 + Q_м^2} \qquad [кВ \cdot А].$$

Все формулы расчета справедливы при $K_ш < 0{,}8$ и $n_э > 5$.

Значения коэффициента максимума при больших коэффициентах использования и меньшем эффективном числе электроприемников даны в приложении 4.

2.2.9. При определении электрических нагрузок отдельных узлов СЭС в сетях до 1000В (силовые шкафы, магистрали, шинопроводы) рекомендуется следующий порядок расчета:

находятся суммарные средние нагрузки (активные и реактивные) в режиме наибольшей загрузки для расчетного узла;

определяется эффективное число электроприемников для узла;

находится коэффициент максимума по кривым (рис.1) или по формуле и подсчитывается расчетная величина активной мощности узла;

определяются реактивная и полная мощности узла.

2.2.10. Электрические нагрузки отдельных узлов СЭС в сетях выше 1000В рекомендуется определять следующим образом:

суммировать количество фактически установленных электроприемников высокого напряжения (электродвигателей, трансформаторов и т. д.);

определить $K_ц$, $\cos\varphi$, $n_э$, $K_м$, а также $P_м$ и $Q_м$ электроприемников данной секции распределительного пункта;

суммировать потери в силовых трансформаторах по секции;

подвести общие итоги средних и максимальных нагрузок и потерь в трансформаторах (активных и реактивных) по секции;

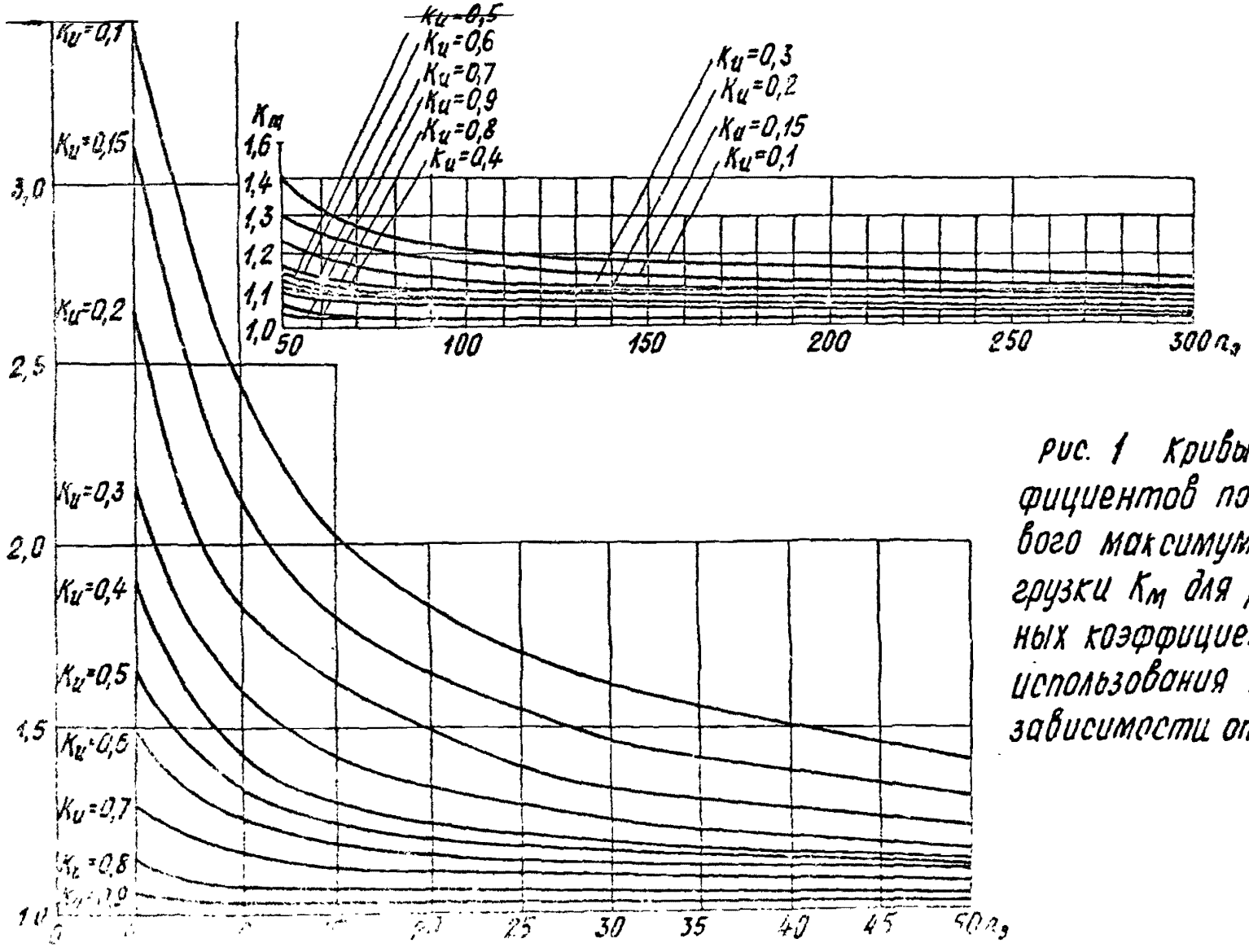

рис. 1 Кривые коэффициентов получасового максимума нагрузки $K_м$ для различных коэффициентов использования $K_и$ в зависимости от $n_э$

определить нагрузки по распределительным пунктам и главным понизительным подстанциям так же, как и по отдельной секции распределительных пунктов.

2.2.II. Расчет нагрузок по предлагаемой методике может быть произведен на ЭЦВМ по алгоритму программы (рис. 2). В программу вводятся исходные данные, перечисленные в графах I-2I полного перечня электроприемников (приложение 2).
Для горизонтальной строки ЭЦВМ выдает на печать два значения коэффициента использования K_u : для зимнего и летнего режима работы. При заполнении графы 22 следует использовать большее значение K_u .Пример определения расчетной нагрузки приведен в приложении 5.

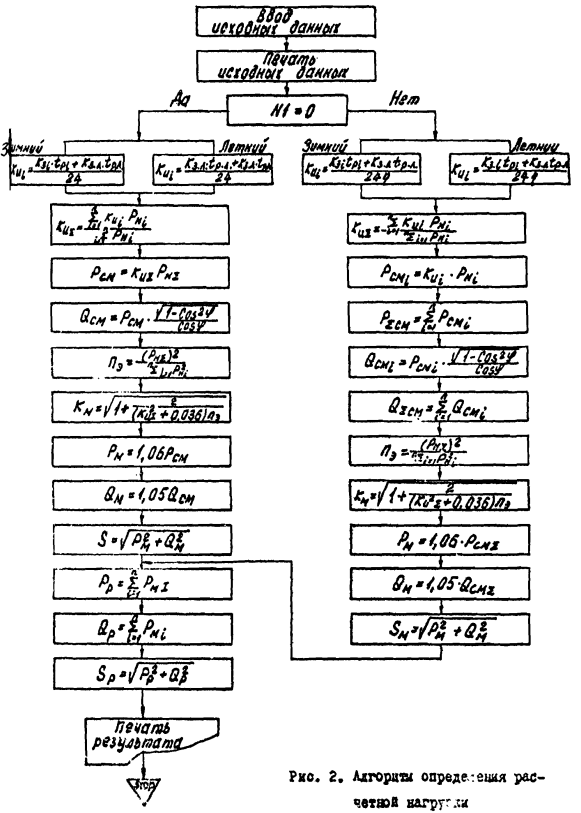

Рис. 2. Алгоритм определения расчетной нагрузки

Техническое задание на расчет электрической нагрузки ПРИЛОЖЕНИЕ I

№ п.п.	Потребители	Данные электроприемника					Потребитель рабочий/резервный	Загрузка электроприемника	Режим, в котором электроприемник работает			Пределы изменения		Категорийность электроприемника	Среднее число часов работы электроприемника				Примечание
		Тип	Мощность номинальная, кВт	Напряжение, В	Частота, Гц	Cos φ			I	II	III	Напряжение, %	Частота, %		Зима		Лето		
															Дежурный режим	Рабочий режим	Дежурный режим	Рабочий режим	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20

Расчет коэффициентов использования

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

№ п.п.	Электроприемник и его назначение	Паспортные данные электроприемника							Средний коэффициент загрузки		К.п.д. электрического двигателя при учете загрузки	Коэффициент мощности при учете загрузки	Среднее число часов работы в сутки				Установленные мощности, кВт, участвующие в режиме вентиляции				Коэффициент использования	Категория надежности	Место подключения электроприемника
													Зима		Лето		I	2		3			
		Тип	Трехфазный или однофазный	Установленная (номинальная) мощность, кВт	Напряжение на вводе, В	Номинальный к.п.д. (для электрического двигателя)	Номинальный коэффициент мощности	Рабочий / Резервный	Рабочий режим	Дежурный режим			Рабочий режим	Дежурный режим	Рабочий режим	Дежурный режим	Питание от ТП	Питание от ТП	Питание от АЗС	Питание от АЗС			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Определение расчетной нагрузки по группам электроприемников

№ пп.	Группы электроприемников	Режим I. Питание от ТП						Режим II. Питание от ТП						Режим II. Питание от ДЭС						Режим III. Питание от ДЭС					
		Групповой коэффициент использования	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Средневзвешенный коэффициент использования	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность кВ·А	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Средневзвешенный коэффициент использования	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Средневзвешенный коэффициент использования	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности, $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24	25	26

Приложение 4

Значение коэффициента максимума $K_м$ при значениях коэффициентов использования более 0,8

Коэффициент использования $K_и$	$K_м$ при эффективном числе электроприемников $n_э$									
	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
0,81	1,2346	1,2172	1,1881	1,1667	1,1493	1,1353	1,0922	1,0699	1,0563	1,0471
0,82	1,2195	1,2126	1,1846	1,1631	1,1462	1,1324	1,0900	1,0682	1,0549	1,0460
0,83	1,2048	1,2048	1,1807	1,1597	1,1430	1,1295	1,0880	1,0667	1,0537	1,0450
0,84	1,1905	1,1905	1,1733	1,1563	1,1400	1,1268	1,0862	1,0652	1,0525	1,0439
0,85	1,1765	1,1765	1,1697	1,1531	1,1370	1,1241	1,0843	1,0638	1,0514	1,0430
0,86	1,1628	1,1628	1,1628	1,1499	1,1342	1,1215	1,0825	1,0625	1,0503	1,0421
0,87	1,1494	1,1494	1,1494	1,1469	1,1314	1,1190	1,0808	1,0612	1,0492	1,0412
0,88	1,1364	1,1364	1,1364	1,1328	1,1288	1,1165	1,0791	1,0599	1,0476	1,0403
0,89	1,1236	1,1236	1,1236	1,1236	1,1236	1,1142	1,0775	1,0586	1,0471	1,0395
0,90	1,1111	1,1111	1,1111	1,1111	1,1111	1,1111	1,0759	1,0574	1,0462	1,0386
0,91	1,0989	1,0989	1,0989	1,0989	1,0989	1,0989	1,0743	1,0563	1,0453	1,0378
0,92	1,0870	1,0870	1,0870	1,0870	1,0870	1,0870	1,0729	1,0551	1,0443	1,0371
0,93	1,0753	1,0753	1,0753	1,0753	1,0753	1,0753	1,0714	1,0540	1,0434	1,0363
0,94	1,0638	1,0638	1,0638	1,0638	1,0638	1,0638	1,0638	1,0530	1,0426	1,0356
0,95	1,0526	1,0526	1,0526	1,0526	1,0526	1,0526	1,0526	1,0526	1,0417	1,0349

Приложение 5

Пример определения расчетной нагрузки

Таблица П.5.I.

Техническое задание на расчет электрической нагрузки

№ пп.	Потребители	Данные электроприемника					Потребитель рабочий/резервный	Загрузка электроприемника	Режим, в котором электроприемник работает			Пределы изменения		Категорийность электроприемника	Среднее число часов работы электроприемника				Примечание
		Тип	Мощность номинальная, кВт	Напряжение, В	Частота, Гц				I	II	III	Напряжение, %	Частота, %		Зима		Лето		
															дежурный режим	Рабочий режим	дежурный режим	Рабочий режим	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20
								I. ОСНОВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ											
I	Выпрямитель для УПТ питания средств связи, 5кВт	ВУС-I40	2xI9,6	380	50	0,9	I/I	0,48	+	+	+	± 5	± 0,5	Ia	24	24	24	24	
2	Выпрямители для системы автоматики	ВУС-36/60	Ix3,3	380	50	0,9	I/0	0,63	+	+	+	± 5	± 0,5	Ia	24	24	24	24	
								II. БЛОК ПИТАНИЯ											
I	Котел	КПСМ-60	3x8/I,33	380/220	50	I,0	2/I	0,2	-	+	-	± 5	± 0,5	П	I2	8	8	4	
2	Плита	ПЭСМ-2	Ix7	380/220	50	I,0	I/0	0,2	-	+	-	± 5	± 0,5	П	I2	8	8	4	
3	Кипятильник	КНЭ-50	3x5,55	380/220	50	I,0	3/0	0,3	+	+	+	± 5	± 0,5	П	I2	8	I2	8	
4	Посудомойка	ММУ-250	I3,7	380/220	50	I,0	I/0	0,3	-	+	-	± 5	± 0,5	П	6	4	6	4	
								III. ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ											
I	Приточная система режима	АМ-6I-2	2xI0	380/220	50	0,82	2/0	0,9	-	+	-	± 5	± 0,5	I,П	I8	-	20	-	
2	Приточная система служебных помещений	А02-52-4	2xI0	380/220	50	0,82	2/0	0,9	+	+	+	± 5	± 0,5	П	I6	8	I6	8	
3	То же	А0-728	2xI7	380/220	50	0,82	2/0	0,9	+	+	+	± 5	± 0,5	П	I6	8	I6	8	
4	Вытяжная система из ДЗС	АОМ-I2-2	Ix0,83	380/220	50	0,82	I/8	0,9	+	+	-	± 5	± 0,5	П	-	I8	-	20	
5	Водоподогреватель	ВП-37	4x20	380/220	50	I,0	3/I	0,9	+	+	+	± 5	± 0,5	П	I4	I0	I4	I0	
6	Электрокалорифер	С%0-60/I-7	Ix45	380/220	50	0,9	I/0	I,0	+	+	-	± 5	± 0,5	П	I4	I0	I4	I0	
7	Электрообогреватели	СКБ 55I4	I2xI	220	50	I,0	I2/0	I,0	+	+	-	± 5	± 0,5	П	I4	I0	-	-	

Определение коэффициентов использования

I. Основная технология

Среднее значение коэффициента загрузки

$$K_{3cp} = \frac{K_{31}t_{p1} + K_{32}t_{p2}}{t_{p1} + t_{p2}} = \frac{0,48 \cdot 24 + 0,48 \cdot 24}{24} = 0,48 .$$

Коэффициенты использования:

для зимнего режима работы (в)

$$K_u = \frac{K_{31}t_{p1} + K_{32}t_{p2}}{24} = \frac{0,48 \cdot 24 + 0,48 \cdot 0}{24} = 0,48 ;$$

для летнего режима работы (л)

$$K_u = \frac{K_{31}t_{p1} + K_{32}t_{p2}}{24} = \frac{0,48 \cdot 24 + 0,48 \cdot 0}{24} = 0,48 .$$

Аналогично определяются коэффициенты загрузки и использования для остальных электроприемников.

II. Блок питания

Котел

$$K_{3cp} = \frac{0,2 \cdot 8 + 0,1 \cdot 12}{18} = 0,155 ;$$

в)
$$K_u = \frac{0,2 \cdot 8 + 0,1 \cdot 12}{24} = 0,116 ;$$

л)
$$K_u = \frac{0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 18}{24} = 0,07 .$$

Кипятильник

в)
$$K_u = \frac{0,2 \cdot 8 + 0,1 \cdot 12}{24} = 0,116 ;$$

л)
$$K_u = \frac{0,2 \cdot 8 + 0,1 \cdot 12}{24} = 0,116$$

Посудомойка

в)
$$K_u = \frac{0,3 \cdot 4 + 0,1 \cdot 6}{24} = 0,075 ;$$

л)
$$K_u = \frac{0,3 \cdot 4 + 0,1 \cdot 6}{24} = 0,075 .$$

Ш. Отопление и вентиляция

Приточная система

з) $K_и = \frac{0,9 \cdot 6 + 0,9 \cdot 18}{24 \cdot 0,9} = 1$;

л) $K_и = \frac{0,9 \cdot 6 + 0,9 \cdot 18}{24 \cdot 0,9} = 1$.

Приточная система служебных помещений

з) $K_и = \frac{0,9 \cdot 6 + 0,9 \cdot 8}{24 \cdot 0,9} = 0,583$;

л) $K_и = \frac{0,9 \cdot 8 + 0,9 \cdot 12}{24 \cdot 0,9} = 0,833$.

Вытяжная система из ДЭС

$$K_и = \frac{0,9 \cdot 8 + 0,9 \cdot 9}{24 \cdot 0,8} = 0,375$$

Водоподогреватель

з) $K_и = \frac{0,9 \cdot 10 + 0,9 \cdot 14}{0,92 \cdot 24} = 0,978$;

л) $K_и = \frac{0,9 \cdot 8 + 0,9 \cdot 12}{0,92 \cdot 24} = 0,815$.

Электрокалорифер

$$K_и = \frac{0,9 \cdot 10 + 0,9 \cdot 14}{0,95 \cdot 24} = 0,947$$

Определение группового коэффициента использования и расчетной нагрузки

I. Основная технология

Групповой коэффициент использования

$$K_{иΣ} = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_{иi} P_{нi}}{\sum_{i=1}^{n} P_{нi}} = \frac{0,18 \cdot 19,6 + 4 \cdot 63 \cdot 3,3}{19,6 + 4 \cdot 63} = \frac{9,408 + 2,772}{22,3} = 0,502.$$

Средняя активная мощность

$$P_{см} = K_и P_н = 0{,}502 \cdot 22{,}9 = 11{,}496.$$

Средняя реактивная мощность

$$Q_{см} = P_{см} \frac{\sqrt{1-\cos^2\varphi}}{\cos\varphi} = 11{,}496 \frac{\sqrt{1-0{,}81}}{0{,}9} = 11{,}496 \cdot \frac{0{,}436}{0{,}9} = 5{,}57.$$

Эффективное число электроприемников

$$n_э = \frac{(P_{н\Sigma})^2}{\sum_{i=1}^{n} P_{нi}^2} = \frac{22{,}9}{19{,}6^2+3{,}3^2} = \frac{524{,}41}{384{,}16+10{,}89} = \frac{524{,}41}{395{,}05} = 1{,}327.$$

Коэффициент максимума(подсчитывается аналитически)

$$K_м = \sqrt{1 + \frac{2}{(K_{н\Sigma}^2 + 0{,}036)n_э}} = 2{,}51$$

Максимальная реактивная мощность

$$Q_м = 1{,}05 Q_{см} = 1{,}05 \cdot 5{,}57 = 5{,}84$$

Расчетная нагрузка

$$S = \sqrt{P_м^2 + Q_м^2} = \sqrt{22{,}9^2 + 5{,}84^2} = 23{,}6 \text{ кВ·А}.$$

Блок питания рассчитывается табличным способом.

III. Отопление и вентиляция

Групповой коэффициент использования

$$K_{н\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_{нi} P_{нi}}{\sum_{i=1}^{n} P_{нi}} = \frac{1 \cdot 10{,}1 + 0{,}83 \cdot 10 + 0{,}83 \cdot 0{,}375 + 4 \cdot 20 \cdot 0{,}975 + 45 \cdot 0{,}947}{162{,}93} =$$

$$= \frac{153{,}42}{162{,}93} = 0{,}941.$$

Средняя активная мощность для каждого потребителя

$$P_{см1} = 1{,}0 \cdot 10{,}1 = 10{,}1;$$

$$P_{см2} = 10 \cdot 0{,}83 = 8{,}3;$$

$$P_{см3} = 17 \cdot 0,83 = 14,11;$$

$$P_{см4} = 0,83 \cdot 0,375 = 0,311;$$

$$P_{см5} = 4 \cdot 20 \cdot 0,978 = 78;$$

$$P_{см6} = 45 \cdot 0,847 = 42,6;$$

$$P_{\Sigma см} = 10,1 + 2,8 + 14,1 + 0,31 + 78 + 42,6 = 153,42.$$

Средняя реактивная мощность для каждого потребителя

$$Q_{см1} = P_{см1} \cdot tg\varphi_1 = 10,1 \cdot 0,72 = 7,27;$$

$$Q_{см2} = P_{см2} tg\varphi_2 = 10 \cdot 0,72 = 7,2;$$

$$Q_{см3} = P_{см3} tg\varphi_3 = 17,0 \cdot 0,67 = 11,39;$$

$$Q_{см4} = P_{см4} tg\varphi_4 = 0,83 \cdot 0,67 = 0,556;$$

$$Q_{см5} = 0;$$

$$Q_{см6} = P_{см6} tg\varphi_6 = 45 \cdot 0,6 = 27,0;$$

$$Q_{см\Sigma} = 7,27 + 7,2 + 11,39 + 0,556 + 27,0 = 53,42.$$

Эффективное число электроприемников

$$n_э = \frac{(P_{н\Sigma})^2}{\sum_{i=1}^{n} P_{нi}} = \frac{162,93^2}{10,1^2 + 10^2 + 17^2 + 0,83^2 + 4 \cdot 20^2 + 45^2} = \frac{26546,18}{4116,70} = 6,44,$$

так как $K_н > 0,9$, то $n_э = n_{ср} = 10$.

Коэффициент максимума

$$K_м = \sqrt{1 + \frac{2}{(K_{н2}^2 + 0,036)n_э}} = 1,06;$$

$$P_{м\,III} = 1,06 \cdot P_{см} = 163;$$

$$Q_{м\,III} = 1,05 \cdot Q_{см} = 1,05 \cdot 53,42 = 56,1;$$

$$S_м = \sqrt{P_м^2 + Q_м^2} = \sqrt{163^2 + 56^2} = 172.$$

Расчетная мощность

$$P_р = P_{рI} + P_{рII} + P_{р\,III} = 22,9 + 18,5 + 163 = 205,1;$$

$$Q_р = Q_{мI} + Q_{мII} + Q_{м\,III} = 5,84 + 0 + 56,1 = 61,94;$$

$$S_р = \sqrt{P_р^2 + Q_р^2} = \sqrt{205,1^2 + 62^2} = 214.$$

Таблица П 5.2

№ пп.	Электроприемник и его назначение	Паспортные данные электроприемника: Тип	Трехфазный или одно фазный	Установленная (номинальная) мощность, кВт	Напряжение на вводе, В	Номинальный к.п.д. (для электрического двигателя)	Номинальный коэффициент мощности	Рабочий/Резервный	Средний коэффициент загрузки: Рабочий режим	Средний коэффициент загрузки: Дежурный режим	К.п.д. электрического двигателя при учете загрузки	Коэффициент мощности при учете загрузки	Среднее число часов работы в сутки: Зима: Рабочий режим	Зима: Дежурный режим	Лето: Рабочий режим	Лето: Дежурный режим	Установленные мощности, кВт, участвующие в режиме вентиляции: I: Питание от ТП	II: Питание от ТП	II: Питание от ДЭС	III: Питание от ДЭС	Коэффициент использования	Категория надежности	Место подключения электроприемника
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24
								I. ОСНОВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ															
I.	Выпрямитель УГП для питания средств связи, 5кВт	ВУС-I40/I25	3	I9,6	380	-	0,9	I/I	0,48	-	-	0,9	24	-	24	-	I9,6	I9,6	I9,6	I9,6	0,48	Ia	
2	Выпрямители для системы автоматики	ВУС-36/60	3	3,3	380	-	0,9	I/0	0,63	-	-	0,9	24	-	24	-	24	-	3,3	3,3	0,63	Ia	
				22,9																			
								II. БЛОК ПИТАНИЯ															
I	Котел	КПСМ-60	3	8/I33	380/220	-	I,0	3/0	0,2	0,I	-	I,0	8	I2	4	8	24	24	24	24	0,II6 0,07	II	
2.	Плита	ПЭСМ-2	3	7	380/220	-	I,0	I/0	0,2	0,I	-	I,0	8	I2	4	8	7	7	7	7	0,II6 0,7	II	
3.	Кипятильник	КНЭ-50	3	5,55	380/220	-	I,0	3/0	0,2	0,I	-	I,0	8	I2	8	I2	I6,65	-	-	-	0,II6 0,II6	II	
4.	Посудомойка	ММУ-250	3	I3,7 ~~43,55~~	380/220	-	0,8	I/0	0,3	0,I	-	I,0	4	6	4	6	I3,7	I3,7	I3,7	I3,7	0,075 0,075	II	
								III. ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ															
I	Приточная система второго режима	АМ-6I-2	3	I0,I	380/220	0,9	0,8	I/I	0,9	0,9	0,9	0,8	6	I8	6	I8	I0,I	-	-	-	I,0 I,0	II	
2.	Приточная система служебных помещений	А0-2-57-4	3	I0	380/220	0,9	0,8	I/I	0,9	0,9	0,9	0,8	6	8	8	8	I2	I0	I0	I0	0,83	II	
3.	То же	А0-2-57-4	3	I7	380/220	0,9	0,82	I/I	0,9	0,9	0,9	0,82	6	8	8	I2	I7	I7	I7	I7	0,58 0,83	II	
4.	Вытяжная система из ДЭС	АОМ-I22	3	0,83	380/220	0,8	0,82	I/0	0,9	-	0,8	0,82	8	-	8	-	0,83	0,83	-	-	0,375 0,375	II	
5.	Водонагреватель	ВП-37	3	20	380/220	0,92	I,0	4/0	0,9	0,9	0,92	I,0	I0	I4	8	I2	80	80	80	80	0,978 0,815	II	
6.	Электрокалорифер	СФО-60/I	3	45	380/220	0,95	0,85	I/0	0,9	0,9	0,95	0,85	I0	I4	-	-	45	45	45	45	0,947	II	
				I02,93													I62,93						

Определение расчетной нагрузки по группам электроприемников

Таблица П.5.3.

№ пп.	Группы электроприемников	Режим I. Питание от ТП						Режим II. Питание от ТП						Режим II. Питание от ДЭС						Режим III. Питание от ДЭС					
		Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Групповой коэффициент использования	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Средневзвешенный коэффициент использования	Эффективное число приемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность, $P_м$ кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Средневзвешенный коэффициент использования	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А	Номинальная установленная мощность включаемых электроприемников, кВт	Средневзвешенный коэффициент использования	Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума активной мощности $K_м$	Максимальная активная мощность $P_м$, кВт	Максимальная полная мощность, кВ·А
I	2-	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24	25	26
I	Основная технология	22,9	0,502	I,327	2,5I	22,9	23,6																		
II	Блок питания	6I,25	0,I07	6	2,82	I8,48	I8,48																		
III	Отопление и вентиляция	I62,93	0,94I	6	I,06	I63	I72																		
						205,I	2I4																		

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ВСН-75-79
Минобороны

Редактор Н.Б.Сидорова
Корректор А.Ф.Конюхова

Г-56915I. Подписано в набор и печать 20/Ш 1981 г.
Формат бумаги 60х90 1/16. Печ.л. 2. Уч.-изд. л. 2,1.
Изд. № 36. Заказ 579. Тип. ЛВВИСКУ.

gost.e-ecolog.ru