

О ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кадыркулов С.С.

КГТУ им. И. Раззакова

Предложен новый подход к определению оптимального уровня надежности системы электроснабжения промышленного предприятия, основанный на обеспечении соответствия плановых производительностей смежных участков (цехов) производства, связанных жесткой технологической связью.

A new approach to the calculation of the optimal reliability level for the power supply systems of an industrial enterprise, based on provision of planned productive capacities of consecutive units (workshops) of the manufacture connected into a rigid manufacturing scheme.

В соответствии с целью настоящей работы ниже делается попытка последовательного упрощения и корректной формулировки задачи оптимизации (вернее, выбора оптимального уровня надежности) системы внутреннего электроснабжения (СВЭ) промышленных предприятий.

Если промышленное предприятие представить как относительно самостоятельный единичный функционирующий объект, то его СВЭ является подсистемой технологической системы производства. С этой точки зрения надежность СВЭ может рассматриваться лишь как одна из составляющих комплекса факторов, влияющих на степень бесперебойности работы рассматриваемого потребителя:

- 1) отказы во внешней схеме электроснабжения, под которыми подразумевается надежность не только собственно схемы электроснабжения, но и всякие отклонения в работе ЭЭС, нарушающие нормальное питание рассматриваемого потребителя;
- 2) отказы в СВЭ, которые чаще всего приводят к частичным нарушениям в работе промышленного предприятия;
- 3) отказы в работе собственно исполнительных технологических механизмов (отказы в технологической части) производства и другие «неэлектрические» причины простоев.

В соответствии с этим для существующего потребителя глобальному оптимуму соответствовало бы условие

$$\Delta Z_{\text{вн}} + \Delta Z_{\text{СВЭ}} + \Delta Z_{\text{им}} + M/Y/\Pi = \min, \quad (1.2)$$

где $\Delta Z_{\text{вн}}$, $\Delta Z_{\text{им}}$, $\Delta Z_{\text{СВЭ}}$ – соответственно дополнительные затраты, вкладываемые в группы факторов;

$M/Y/\Pi$ – математическое ожидание экономического ущерба от нарушения нормального режима работы потребителя.

Это означает, что вложением дополнительных средств в «источники отказов» можно управлять вероятностью нарушения бесперебойного выпуска продукции промышленным предприятием. С другой стороны, не равная нулю вероятность простоев вынуждает потребителя вкладывать определенные средства на восполнение или «резервирование» не выпущенной потребителем продукции и компенсацию других отрицательных экономических последствий, связанных с отказами. Все это вместе составляет величину экономического ущерба.

Наиболее корректной постановкой задачи было бы наивыгоднейшее распределение вкладываемых дополнительных средств в «источники отказов» и в «компенсирующие» мероприятия.

Такая формулировка задачи для СЭВ промышленного предприятия затрагивает две относительно самостоятельные проблемы. Первая из них затрагивает «интересы» ЭЭС, вторая связана с повышением надежности работы (в том числе совершенствованием) собственно технологического оборудования в промышленности.

Очевидно, что для единичного потребителя постановка задачи в виде (1) требует учета ряда неразработанных методологических положений, технических решений и дополнительной информации. Поэтому задача (1) нуждается в некотором корректном упрощении в соответствии с целью исследования настоящей работы. Целесообразно сделать следующие допущения:

- надежность внешнего электроснабжения рассматриваемого потребителя считать заданной;
- считать заданной основную схему технологического процесса производства;
- степень надежности работы технологического оборудования предприятия принять равной среднестатистической по данной отрасли промышленности;
- для данного состава и мощности технологического оборудования предприятия принять безусловным выполнением плана (проекта) выпуска продукции.

При принятых допущениях задача оптимизации надежности действующего промышленного предприятия примет следующий вид:

$$\Delta Z_{CBЭ} + M / Y / \Pi = \min,$$

где $M/Y/_{CBЭ}$ – математическое ожидание ущерба от ненадежности СВЭ.

При определении $M/Y/_{CBЭ}$ необходимо учитывать такие факторы, как влияние внезапности перерыва, зависимость $M/Y/_{CBЭ}$ от длительности отказов, взаимное влияние связанных по технологии участков производства, структуру ущерба и т.д.

Даже при наличии всех исходных данных, определение $M/Y/_{CBЭ}$ представляет довольно трудоемкую задачу. Поэтому критерий экономичности в виде суммарных приведенных затрат с учетом величины ущерба не получил должного применения для обоснования оптимальной (рациональной) степени надежности СВЭ. С другой стороны, в директивных документах и научной литературе отсутствует методика численной оценки производственного эффекта СВЭ, хотя каждый из возможных вариантов СВЭ должен отвечать требованиям технологии производства конкретного объекта, ПУЭ и других директивных документов.

Ниже излагаются основные положения методического подхода к выбору оптимальной надежности СВЭ промышленных предприятий.

Методика исходит из того, что все многообразие электроприемников предприятия делится на три группы:

1. Электроприемники, надежное питание которых должно быть обеспечено при всех условиях не ниже требуемого уровня. Внезапные перерывы электроснабжения электроприемников этой группы создают опасность для людей и дорогого оборудования или длительного простоя производства. Эту составляющую ущерба принято называть прямым ущербом. Выбор надежности для этой группы электроприемников должен осуществляться без экономического обоснования. Сюда могут быть отнесены электроприемники I-й категории и «особой» категорий, и, возможно, некоторая часть 2-й категории по ПУЭ. Эти приемники характеризуются некоторым минимально допустимым временем перерыва электроснабжения. Выявление таких приемников в конкретных отраслях промышленности в свое время осуществлялось институтом ВНИИ проектэлектромонтаж и отдельными авторами /1, 2 и др./.
2. Электроприемники основного производства, перерыв работы которых не приводит или связан с незначительной величиной прямого ущерба, характеризуются относительно небольшим временем восстановления технологического процесса и прямым недовыпуском продукции. Это соответствует 2-й категории по ПУЭ;

3. Электроприемники, не участвующие в основном процессе производства и не вызывающие недовыпуск продукции (простоя технологического процесса) из-за отказов и в течение всего времени их ремонта.

Разумеется, такое разделение электроприемников предполагает конкретность случая, как и конкретность оптимизируемой СВЭ.

В соответствии с этим, к СВЭ предприятия предъявляются два вида требований в отношении надежности электроснабжения:

А. Индивидуальные требования электроприемников первой группы в виде заданной допустимой длительности t_{oi} частоты внезапного перерыва λ_{oi} , где i -порядковый номер приемника в условной нумерации:

Б. Требование, основанное на необходимости обеспечения заданной (плановой или проектной) производительности. Исходя из этого требования, вводится понятие обеспеченности электроснабжения.

Если бы удалось рассчитать интегральную величину общей обеспеченности электроснабжения, то, связав ее с производительностью участка предприятия, СВЭ которой рассматривается, возможно было бы оценить показатель эффективности функционирования СВЭ.

Литература

1. Старостин В.И. Показатели надежности систем электроснабжения нефтеперерабатывающих предприятий // Тезисы докладов. ВСНТС «Надежность электроснабжения промышленных предприятий» М., 1994, с.114-123.
2. Гук Ю.Б., Лосев Э.А., Мясников А.В. Оценка надежности электроустановок. М., «Энергия», 1974. 200 с.
3. Сибикин Ю.Д. Характеристика надежности работы силовых трансформаторов // Промышленная энергетика, 2001. №3. - С.2-4.