

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Ю.Т. Разумный, А.В. Рухлов

Национальный горный университет, Днепрпетровск

Razumni\_JT@nmu.org.ua

*The paper deals with the principles of the electro-consumption modes management at the power supply limitations. The electro-consumption modes by the electric loading diagrams, got by the imitation modeling of the electro-receivers operations modes are determined. The results may be used for development of the operations modes of electric power users at the power supply limitations.*

Режимы работы генерирующих компаний определяются изменениями потребления электрической энергии. Особое значение имеют аварийные режимы в энергосистеме, при которых выполняются ограничения электроснабжения до уровня аварийной брони (АБ). Указанные ограничения могут оказывать существенное влияние на восстановление работоспособности угольных шахт после ликвидации аварийных режимов в энергосистеме. Такое возмездное положение для угольных шахт недопустимо, т.к. они являются составной частью топливно-энергетического комплекса Украины. Добываемый на них уголь представляет собой основной вид топлива для тепловых электростанций, что обеспечивает энергетическую безопасность страны. Поэтому правильное решение задачи по определению мощности аварийной брони угольных шахт при ограничениях электроснабжения играет важную роль. Вместе с тем новая "Инструкция о порядке составления акта экологической, аварийной и технологической брони электроснабжения потребителей", введенная в действие в 2004 г, не учитывает продолжительности ограничения электроснабжения. Для угольных шахт ее следует принимать во внимание с целью предотвращения выхода из строя дорогостоящего технологического оборудования и потери очистного забоя [1, 2]. Указанные обстоятельства обуславливают необходимость определения мощности АБ электроснабжения для двух временных периодов. Для первого периода  $P_{аб1}$  определяется электроприемниками водоотлива, вентиляции, вспомогательного подъема, котельной (в зимнее время) и прочих маломощных потребителей. Для второго периода (с момента упреждения полного исчерпания раздвижности гидростоек) мощность АБ  $P_{аб2}$  равна сумме мощностей  $P_{аб1}$  и электроприемников технологического процесса обновления очистных забоев и механизмов доставки угля. Указанное положение по определению  $P_{аб2}$  имеет исключительно важное значение для условий продолжительного ограничения электроснабжения до уровня АБ, что позволит сохранить угольную шахту для ее дальнейшей работы после полного восстановления централизованного электроснабжения.

Методологически определение мощности АБ с применением коэффициентов загрузки и одновременности не представляет возможным получить минимальные ее значения, как того требует указанная "Инструкция". Любые методы расчета электрической нагрузки с использованием расчетных коэффициентов (максимума, использования, спроса и др.) дают результаты не минимальных, а максимальных получасовых значений. При этом расчетный максимум электрической нагрузки появляется хотя бы один раз в смену. Такие графики электрической нагрузки (ГЭН) не являются равномерными во времени и, следовательно, их электрическая мощность не может быть минимальной.

Анализ фактических "Актв аварийной и технологической брони электроснабжения потребителей" по угольным шахтам показал, что в перечень электроприемников АБ не всегда включаются даже некоторые из так называемых первоочередных потребителей электрической энергии, таких как грузо-людской (вспомогательный) подъем, котельная, или их мощность определяется с существенными отклонениями от требований "Инструкции". Расчет в актах выполнен с применением коэффициентов загрузки и одновременности. При этом дополнительные документы, регламентирующие осуществление технологических процессов и управление ими, с целью соблюдения расчетной величины мощности АБ отсутствуют, что не является нормальным.

В связи с изложенным авторами изучены современные подходы и методы решения рассматриваемой задачи. Построение равномерного ГЭН возможно выполнить путем выбора из множества реальных технологических процессов по критериям максимальных значений коэффициентов заполнения и неравномерности ГЭН, а также минимального расхода электроэнергии. При этом следует сохранить информацию о режиме выполнения технологического процесса, при котором был получен равномерный ГЭН для осуществления функций управления технологическим процессом. Система управления указанной сложности является кибернетической и не имеет простых описаний. Поэтому в качестве основного метода исследования применен метод машинного эксперимента, основанный на использовании имитационных моделей.

На рисунке представлена общая укрупненная схема определения режимов работы электроприемников АБ для осуществления функций управления ими.

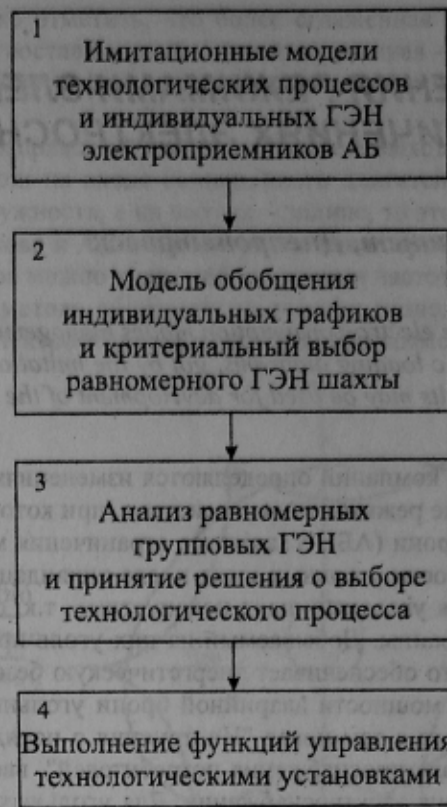


Рисунок 1 – Общая укрупненная схема определения режимов работы электроприемников АБ

Блок 1 представлен имитационными моделями, которые позволяют по определенному алгоритму получать реальные технологические процессы для периода времени ограничения электроснабжения. На основе каждого технологического процесса выполняется моделирование индивидуальных ГЭН, идентифицированных конкретной технологической операцией. Ограниченное множество индивидуальных ГЭН, состоящее из всех возможных реализаций для определенных условий, поступает в блок 2. В этом блоке выполняется моделирование суммарных ГЭН шахты, получаемых путем перебора всех реализаций и представленных в множествах соответствующих технологическим процессам. Затем по критерию максимального коэффициента заполнения графика (минимальной мощности АБ) или минимального расхода электроэнергии отбираются несколько (до 10) суммарных ГЭН шахты, которые передаются в блок 3. Здесь диспетчером энергослужбы выполняется их оценка, после чего принимается решение о выборе определенного технологического режима. В блоке 4 выполняются функции управления технологическими установками, обеспечивающими технологические процессы, по полученным в предыдущих блоках индивидуальным ГЭН электроприемников АБ. При возможности дистанционного управления технологическими установками функции управления может взять на себя диспетчер энергослужбы шахты, однако такой вариант можно встретить крайне редко. Гораздо чаще эти функции берут на себя операторы местного управления, которые и обеспечивают соблюдение полученных путем имитационного моделирования индивидуальных ГЭН электроприемников АБ. Характерно, что имитационное моделирование позволяет получать любые режимы электропотребления по заданию энергодиспетчера.

Использование указанного подхода позволило получить результаты выравнивания суммарных ГЭН шахты, которые приведены в таблице. Мощность АБ  $P_{абI}$  для I периода ограничения электроснабжения рассчитывается по Инструкции. Мощность АБ  $P_{абII}$  для II периода ограничения электроснабжения определяется по Инструкции и включает в себя нагрузку всех электроприемников, обеспечивающих длительный безаварийный простой шахты. Мощность АБ  $P_{абI}$  рассчитывается путем моделирования для I периода ограничения электроснабжения, т.е. до начала обновления очистных забоев. Мощность АБ  $P_{абII}$  определяется путем моделирования для II периода времени ограничения электроснабжения, т.е. от начала обновления очистных забоев и до восстановления электроснабжения в полном объеме.

Здесь следует отметить, что выравнивание группового ГЭН АБ позволило получить значение  $P_{абII}$  всегда меньше  $P_{абI}$ , а в некоторых случаях и сопоставимое с  $P_{абI}$ , не учитывающей нагрузок главного подъема, подземного транспорта и оборудования очистных забоев.

Снижение мощности АБ электроснабжения I периода  $P_{абI}$  по сравнению с рассчитываемой по Инструкции  $P_{абI}$  составляет 9-24% (среднее – 17%), а II ( $P_{абII}$  по сравнению с  $P_{абI}$ ) – 13-30% (среднее – 19%), и уменьшается при увеличении мощности главного подъема (для глубоких шахт), т.к. она совмещается с нагрузкой подземного транспорта и очистных забоев при невозможности их одновременной работы.



Сравнительная оценка мощностей АБ электроснабжения угольных шахт Таблица

Шахта	Мощность АБ электроснабжения, МВт				Снижение мощности АБ, %	
	Определяемая по Инструкции		Определяемая путем моделирования		для I периода	для II периода
	для I периода, $P_{облI}$	для II периода, $P_{облII}$	для I периода, $P_{абI}$	для II периода, $P_{абII}$		
Самарская	3,25	4,3	2,65	3,41	18,4	20,7
Павлоградская	2,55	3,88	2,2	3,15	13,7	18,8
Западнодонецкая	5,74	7,1	5,2	5,95	9,4	16,2
Юбилейная	3,8	4,77	3,05	3,9	19,7	18,2
Героев Космоса	2,85	4,45	2,2	3,55	22,8	20,2
Днепровская	3,77	4,5	3,15	3,73	16,4	17,2
Благодатная	1,865	2,75	1,4	1,88	24,9	31,6
Украина	3,65	5,7	3,15	4,83	13,7	15,1
Лидиевка	3,2	4,55	2,8	3,73	12,5	18,1
Центральная	5,05	6,6	4,2	5,74	16,8	13,1

### Выводы

1. В отличие от действующей "Инструкции о порядке составления акта экологической, аварийной и технологической брони электроснабжения потребителей" для угольных шахт при определении мощности АБ необходимо учитывать два ее значения ( $P_{облI}$  и  $P_{облII}$ ), что обеспечит сохранение предприятия для его дальнейшего функционирования и, следовательно, поставки необходимого топлива для тепловых электростанций.

2. Использование разработанной имитационной модели для определения мощности АБ электроснабжения угольных шахт позволяет снизить ее значение в среднем на 17% для I периода ограничения электроснабжения и 19% для II путем выравнивания группового ГЭН.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Разумный Ю.Т., Заика В.Т., Рухлов А.В. Об аварийной броне электроснабжения угольных шахт // Уголь Украины. – 2003. – № 3. – С. 23-24.
2. Пивняк Г.Г., Заика В.Т., Разумный Ю.Т. Энергетическая безопасность угольных шахт // Уголь Украины. – 2000. - № 5. – С. 9-12.

Рекомендовано до друку д.т.н. проф. Куринним Е.Г.