

В. В. БЕЛОВ, аспирант кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики, Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: sotae@mgsu.ru)

Б. К. ПЕРГАМЕНЩИК, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики, Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; e-mail: sotae@mgsu.ru)

УДК 614.84;621.311.25;69.032

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОТ ВОЗМОЖНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С УЧЕТОМ ПОЖАРА В ГЛАВНЫХ КОРПУСАХ ТЭС

Приведены наиболее характерные примеры аварий с пожарами в главных корпусах тепловых электростанций (ТЭС) — Рефтинской и Углегорской; рассмотрены их причины и последствия. Установлено, что пожарная опасность в главных корпусах обусловлена наличием масла под давлением в системах смазки и регулирования турбоагрегатов, водорода в системе охлаждения, а на электростанциях, использующих уголь, — наличием пылевоздушной смеси в системах топливоподачи и пылеприготовления. Отмечены основные виды ущерба (потери), учитываемые при авариях на генерирующих объектах энергетики, такие как: прямые издержки; упущенная выгода; потери от ухудшения технологических параметров при вводе резервных мощностей; убытки со стороны потребителя из-за недополучения электроэнергии; экологический и социальный ущерб. Основное внимание уделено оценке безвозвратных потерь средств производства и затрат на ремонтно-восстановительные работы — основных составляющих прямого ущерба. Проведен анализ более 100 аварий с пожарами в машинных отделениях главных корпусов ТЭС и их последствий, в том числе около 70 аварий на конденсационных станциях. Выявлена связь между величиной потерь и компоновочными решениями главных корпусов ТЭС. Показано, что с увеличением числа энергоблоков, компонуемых в одном здании, ущерб возрастает. Определена вероятность и степень повреждения оборудования, строительных конструкций каждого энергоблока в зоне, охваченной пожаром, в зависимости от расстояния до эпицентра. Предложена методика для оценки безвозвратных потерь средств производства и затрат на ремонтно-восстановительные работы при потенциальных авариях.

Ключевые слова: ТЭС; главные корпуса; аварии; пожар; прямой ущерб; компоновочные решения; оценка возможных ущербов; оптимизация компоновки.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.08.42-48

За последние 50 лет на территории РФ и бывшего СССР зарегистрировано более 60 крупных аварий в главных корпусах тепловых электростанций (ТЭС), значительная часть которых сопровождалась пожарами. Из них достаточно характерными являются аварии на Рефтинской и Углегорской электростанциях.

На Рефтинской ГРЭС в машинном отделении главного корпуса, в котором скомпоновано четыре турбоагрегата по 500 МВт, в 2006 г. произошло разрушение бандажного кольца ротора генератора № 10. Обломками повредило часть маслоотделительного цилиндра и лобовые части обмотки статора, что привело к короткому замыканию в генераторе. От возникшей электрической дуги воздушно-масляная смесь взорвалась. Гидродинамическим ударом газов сорвало торцевой щит генератора со стороны кон-

тактных колец, что привело к выбросу масла и его загоранию. В результате температурного воздействия огненного факела на металлические конструкции покрытия произошло обрушение ферм пролетом 54 м на длине 48 м машинного зала. Часть покрытия обрушилась на корпус турбины, генератора и возбудителя. В результате повреждения общих коммуникаций были в аварийном порядке остановлены 7-й и 8-й блоки; 9-й блок на момент аварии находился в плановом ремонте. Пожар продолжался 6 ч на площади 400 м². Полностью был разрушен турбоагрегат № 10 (рис. 1). Прямой ущерб достиг почти 237 млн. руб. (в ценах 2006 г.), простой энергоблока № 10 составил 11 712 ч [1].

На Углегорской электростанции пожар весной 2013 г. практически полностью уничтожил четыре энергоблока (каждый по 300 МВт), скомпонованных



Рис. 1. Машинное отделение Рефтинской ГРЭС после аварии на 10-м энергоблоке в 2008 г.

в одном главном корпусе. Причина пожара — разгерметизация системы топливоподачи в котельном отделении на участке между бункером угля и мельницей котла. Огонь возник на отметке +22.000 м бункерного отделения, на участке, где проектом не были предусмотрены системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Пожар перекинулся на кровлю машинного отделения, которая через некоторое время обрушилась, повредив маслосистему двух турбоагрегатов (рис. 2). В результате были полностью уничтожены блочные щиты управления, два турбоагрегата, полностью обрушилось покрытие машинного отделения. В ходе разбора завалов и восстановления станции было вывезено более 880 т металлолома. Общий прямой ущерб от аварии составил более 21 млн. долл. (в ценах 2013 г.). В ре-

зультате аварии погиб 1 чел. и 5 чел. были госпитализированы с ожогами различной степени тяжести. Полностью строительные конструкции удалось восстановить только через 5 мес, энергоблок № 1 был введен в эксплуатацию спустя полгода после аварии, № 4 — через 7,5 мес, № 2 и 3 — через год после аварии. Для теплоснабжения г. Светлодарска пришлось построить резервную котельную стоимостью 57,5 млн. грн. Остановилась добыча угля в Донецке, так как станция являлась одним из его основных потребителей.

Похожие события развивались и на целом ряде других станций [2–4], в том числе за рубежом [5–7].

Потенциальные причины значительной пожарной опасности, способные при определенных условиях привести к катастрофическим последствиям, — наличие масла под давлением в системах смазки и регулирования турбоагрегатов, водорода в системе охлаждения, а на электростанциях, использующих уголь, — наличие пылевоздушной смеси в системах топливоподачи и пылеприготовления [2].

Последствия, как правило, отягчаются неудачными компоновочными решениями главных корпусов ТЭС, что способствует превращению исходного события в крупную аварию. Размещение основного оборудования всех энергоблоков в одном здании главного корпуса без разделения противопожарными преградами создает благоприятные условия для распространения пожара. Поэтому при выборе компоновки главного корпуса важно учитывать не только исходные капиталовложения, экономический эф-



Рис. 2. Вид на главный корпус Угледорской ТЭС со стороны машинного отделения (2013 г.)

фekt от уменьшения площади застройки, сокращения объема строительных конструкций и материалов, протяженности коммуникаций, но и потери от возможных аварий за период эксплуатации.

Есть серьезные основания полагать, что при разблокированном в той или иной степени главном корпусе снижение ущерба от потенциальных аварий за время эксплуатации станции может во многих случаях компенсировать повышенные капиталовложения [8].

В качестве основных видов ущерба при авариях на энергетических объектах рассматриваются: безвозвратные потери средств производства; затраты на ремонтно-восстановительные работы; потери из-за снижения коэффициента готовности генерации электроэнергии (упущенная выгода); потери от ухудшения технологических параметров при вводе резервных мощностей взамен выбывших вследствие аварии; убытки со стороны потребителя из-за недополучения электроэнергии; потери экологического и социального характера [9].

В ряде случаев определяющим видом общего ущерба могут стать безвозвратные потери — стоимость поврежденного оборудования и строительных конструкций здания, а также затраты на ремонтно-восстановительные работы. При этом учитывается стоимость как демонтажа поврежденного оборудования и конструкций, так и восстановления работоспособности энергоблока в первоначальном виде с учетом возвратных сумм.

Для оценки этой составляющей потерь проведен анализ более ста аварий с пожарами в машинных отделениях главных корпусов ТЭС и их последствий, в том числе около 70 аварий на конденсационных электростанциях (КЭС). Степень повреждений (разрушений) определялась по фактическим данным, а кроме того, экспертным путем — с привлечением специалистов проектных и эксплуатирующих организаций. При экспертной оценке рассматривались блоки равной мощности только конденсационных электростанций, размещенные в одном главном корпусе.

Полученные данные позволили представить в графическом виде степень повреждения в результате аварии с пожаром (т. е. потерю стоимости оборудования, строительных конструкций от их первоначальных значений) в зависимости от количества агрегатов, охваченных указанным событием (рис. 3–5).

Например, при аварии в главном корпусе КЭС, сопровождающейся пожаром, в результате которой из генерации могут выбыть три энергоблока, следует ожидать повреждений:

- *основного технологического оборудования* (турбоагрегатов): для аварийного блока — 80 %, смежного с аварийным — 21,5 %, последующих — не

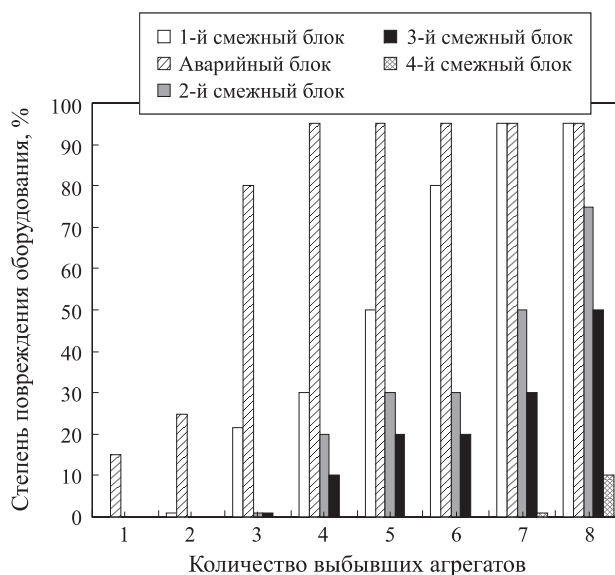


Рис. 3. Степень повреждения основного оборудования энергоблоков (% от стоимости одного турбоагрегата) в зависимости от количества агрегатов, выбывших из генерации в результате крупной аварии в главном корпусе КЭС

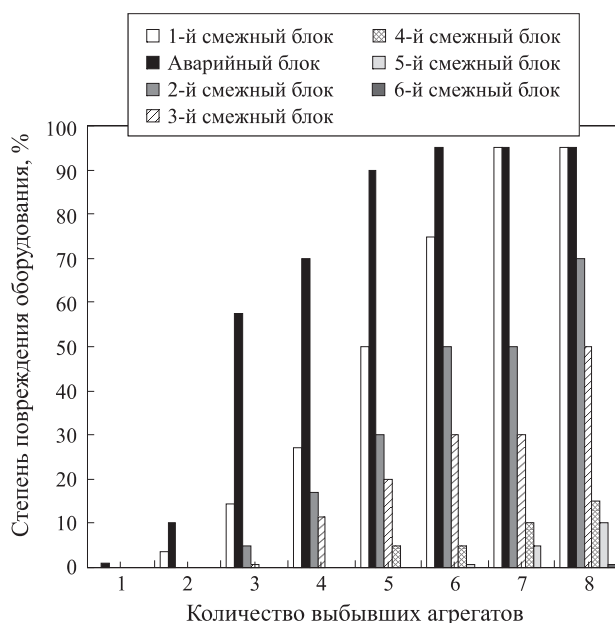


Рис. 4. Степень повреждения вспомогательного оборудования энергоблоков (% от стоимости такого оборудования одного блока) в зависимости от количества агрегатов, выбывших из генерации в результате крупной аварии в главном корпусе КЭС

более 1 % от их стоимости, всего — 103,5 % по отношению к стоимости одного блока;

- *вспомогательного технологического оборудования* (тепломеханического, электротехнического и др.): для аварийного блока — 57,5 %, смежного с аварийным — 14,5 %, смежных — 5 %, последующих — 0,5 %, всего — 77,5 %;
- *строительных конструкций*: для аварийного блока — до 21 % от стоимости строительно-мон-

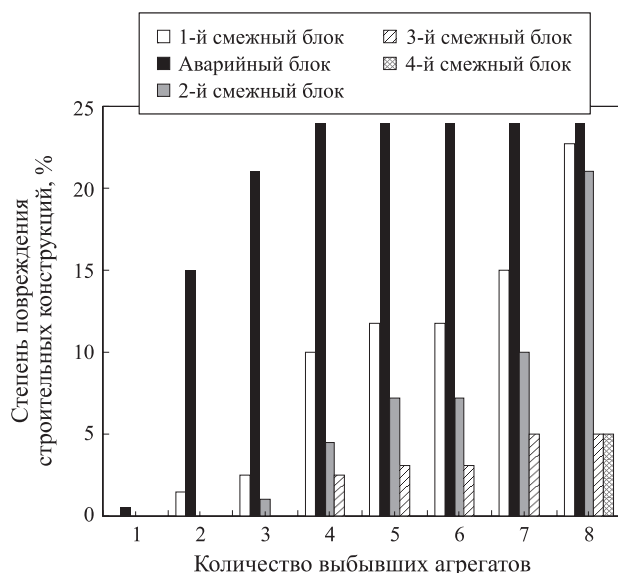


Рис. 5. Степень повреждения строительных конструкций главного корпуса (% от их стоимости для одного энергоблока) в зависимости от количества энергоблоков, выбывших из генерации в результате крупной аварии

тажных работ по энергоблоку, смежного — 2,5 %, последующих — до 1 %, всего — 24,5 %.

В рассматриваемых авариях, сопровождающихся пожарами, отсутствовали повреждения основного технологического оборудования и строительных конструкций более чем на четырех энергоблоках КЭС, а для вспомогательного оборудования — более чем на шести, даже в тех случаях, когда наблюдалась потеря генерации восемью энергоблоками.

Закономерности суммарной степени повреждения основного и вспомогательного оборудования, а также строительных конструкций хорошо аппроксимируются многочленами четвертой степени, при этом рассматриваются блочные КЭС с одинаковой мощностью отдельных энергоблоков:

$$C_T = 0,6871 - 1,1639x + 0,7089x^2 - 0,1171x^3 + 0,0065x^4; \quad (1)$$

$$C_B = 0,5201 - 0,9793x + 0,5347x^2 - 0,0733x^3 + 0,0034x^4; \quad (2)$$

$$C_K = 0,2498 - 0,4551x + 0,2372x^2 - 0,0392x^3 + 0,0022x^4, \quad (3)$$

где C_T , C_B , C_K — суммарная степень повреждения соответственно основного, вспомогательного оборудования и строительных конструкций, отн. ед. от стоимости основного, вспомогательного оборудования и строительных конструкций одного блока (рис. 6);

x — количество энергоблоков, выбывших из генерации в результате аварии; $x = 1, 2, 3, \dots, n$.

Полученные зависимости дают возможность оценить безвозвратные потери средств производства для

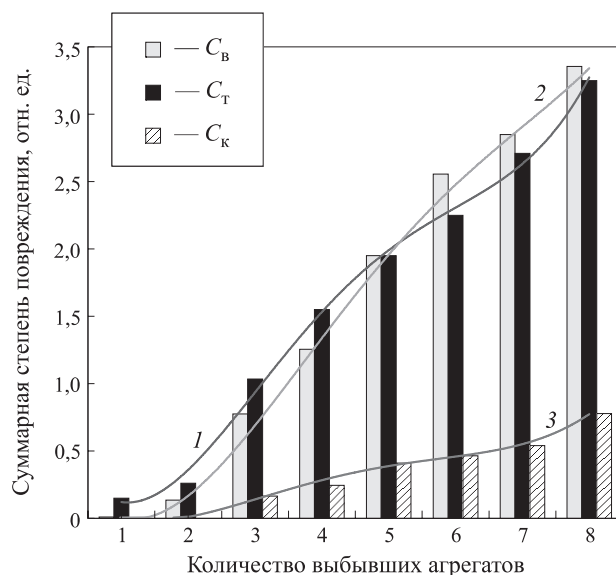


Рис. 6. Суммарная степень повреждения основного, вспомогательного технологического оборудования и строительных конструкций энергоблоков КЭС в зависимости от количества энергоблоков, выбывших из генерации: 1, 2, 3 — аппроксимирующие кривые соответственно для основного, вспомогательного оборудования и строительных конструкций

альтернативных вариантов компоновочных решений (например, шесть энергоблоков в одном здании или по три блока в двух главных корпусах). В свое время похожая работа была выполнена Н. Я. Тарасовым и Н. А. Роговиным для Березовской ГРЭС [10]. Авторы обоснованно утверждали, что разблокировка 8-блочного главного корпуса на два по четыре блока будет сопровождаться существенным сокращением сроков строительства и, как следствие, большим экономическим эффектом, несмотря на повышенные капиталовложения.

Безвозвратные потери средств производства Y_T — основного технологического оборудования — на протяжении всего периода эксплуатации в результате гипотетических аварий с пожарами в главном корпусе КЭС предлагается оценивать по формуле

$$Y_T = mNTP \sum_{i=1}^N [p_i S_T C_T^i], \quad (4)$$

где m — понижающий коэффициент, учитывающий снижение стоимости основных фондов в процессе эксплуатации к наиболее вероятному моменту аварии; находится в пределах 0,4...0,6 (при оценке на ранних этапах проектирования принимается среднее значение);

N — количество энергоблоков (агрегатов) в главном корпусе;

T — расчетный период эксплуатации, лет; принимается согласно действующей нормативной документации как расчетный срок эксплуатации основного технологического оборудования (для турбоагрегатов — 40 лет [11]);

P — общая частота аварий с выходом из строя одного и более энергоблоков, аварий/(год·блок); определяется путем статистической обработки фактических данных; для предварительной оценки в проектных решениях можно принять $P = 0,0034$ аварий/(год·блок) [2];

p_i — вероятность выхода из строя (повреждения) в результате аварии i энергоблоков; $i = 1, 2, 3, \dots, N$ [12];

S_T — стоимость основного оборудования энергоблока с учетом монтажных и пусконаладочных работ, руб.; определяется по аналогам, из сметы; на ранних стадиях проектирования можно оценить по формуле

$$S_T = k_{уд} W k_1 k_2 k_3 / N; \quad (5)$$

$k_{уд}$ — удельные капиталовложения в строительство, руб./кВт;

W — общая мощность энергоблоков КЭС, установленных в главном корпусе, кВт;

k_1 — относительная стоимость главного корпуса в общей стоимости КЭС; $k_1 = 0,5 \dots 0,7$;

k_2 — относительная стоимость оборудования главного корпуса с учетом монтажных и пусконаладочных работ в общей стоимости главного корпуса; $k_2 = 0,6 \dots 0,7$;

k_3 — относительный вклад основного тепломеханического оборудования в общую стоимость оборудования главного корпуса с учетом монтажных и пусконаладочных работ; $k_3 = 0,2 \dots 0,3$;

C_T^i — суммарная степень повреждения основного технологического оборудования, отн. ед. от стоимости одного блока, определяемая по формуле (1) для каждого i -го энергоблока, $i = 1, 2, 3, \dots, N$.

При отсутствии сметы на рассматриваемые альтернативные варианты проекта для k следует принимать средние из приведенных выше значений.

Расходы на ликвидацию (локализацию) и исследование аварии допускается оценивать исходя

из средней стоимости услуг специализированных и экспертных организаций или же принимать в размере 10 % от стоимости имущественного ущерба [13], в данном случае от безвозвратных потерь.

Оценивать затраты на ремонтно-восстановительные работы предлагается на основании реальных данных по стоимости самих турбоагрегатов, их монтажа и пусконаладочных операций, а при отсутствии таких данных — по формуле (4); при этом следует принимать $m = 1$.

Возвратные суммы и стоимость демонтажа поврежденных конструкций и оборудования учитываются отдельно.

Аналогичным образом можно оценить прямые экономические потери, связанные с повреждением вспомогательного технологического оборудования и строительных конструкций при гипотетической аварии в главном корпусе ТЭС. Например, безвозвратные потери средств производства от аварии в главном корпусе КЭС с восемью энергоблоками мощностью по 500 МВт каждый, рассчитанные по формулам (1), (4) и (5), составили 79,6 млн. руб. (в ценах 1984 г.), а аналогичный реальный ущерб от аварии на Экибастузской ГРЭС-1, происшедшей в 1990 г., — 70,0 млн. руб. (в тех же ценах) [2]. Погрешность оценки потерь данным методом составила около 13,8 %.

Основные выводы

1. При разработке проектов тепловых электростанций и рассмотрении альтернативных компоновочных решений необходимо учитывать ущерб от потенциальных аварий в главных корпусах. Одной из основных составляющих являются безвозвратные потери средств производства и затраты на ремонтно-восстановительные работы.

2. Предложена методика для оценки безвозвратных потерь средств производства при авариях в главных корпусах КЭС, сопровождающихся пожарами. Приведены данные для оценки таких потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты расследования причин аварий на электрических станциях и сетях, с учетом требований нормативных документов Ростехнадзора. Практический опыт // Энергонадзор и энергобезопасность. — 2007. — № 2. — С. 63–66.
2. Белов В. В., Пергаменичик Б. К. Крупные аварии на ТЭС и их влияние на компоновочные решения главных корпусов // Вестник МГСУ. — 2013. — № 4. — С. 61–69.
3. Голоднова О. С. О факторах, способствующих повышению риска крупных техногенных аварий // Вести в электроэнергетике. — 2010. — № 1. — С. 3–10.
4. Bovsunovskii A. P., Chernousenko O. Yu., Shtefan E. V., Bashta D. A. Fatigue damage and failure of steam turbine rotors by torsional vibrations // Strength of Materials. — 2010. — Vol. 42, No. 1. — P. 108–113. DOI: 10.1007/s11223-010-9196-2.
5. Drewry D., Dieken D. Steam turbine fire protection will reduce repair costs // Power Engineering. — 2002. — Vol. 106, No. 11. URL: <http://www.power-eng.com/articles/print/volume-106/issue-11/features/steam-turbine-fire-protection-will-reduce-repair-costs.html> (дата обращения: 06.05.2016).

6. Hall D. T., Clayton T. C., Delano D. C., Snuttjer O. Turbine generator fire protection by sprinkler system. — Kansas City, Missouri: Black & Veatch Engineers-Architects, 1985. 214 p.
7. Ohlsen J. Brandschutz bei Neubaukonzepten und projekten aus Sicht eines Versicherers // VGB PowerTech. — 2009. — No. 12. — P. 88–91.
8. Пергаменчик Б. К. О связи компоновочных решений тепловых электростанций с гипотетическими авариями // Вестник МГСУ. — 2007. — № 4. — С. 8–11.
9. МТ-34-70-001–95. Методика расчета экономического ущерба от нарушений в работе энергетического оборудования. — М. : ПИИНИИ “Энергосетьпроект”, 1995. — 8 с.
10. Тарасов Н. Я., Зайдель В. А., Роговин Н. А. О некоторых особенностях строительства главного корпуса мощных пылеугольных ГРЭС // Энергетическое строительство. — 1977. — № 9. — С. 5–7.
11. СТО 70238424.27.040.007–2009. Паротурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. — М. : НП “ИНВЭЛ”, 2009. — 165 с.
12. Пергаменчик Б. К. О компоновке главных корпусов тепловых электростанций // Известия вузов. Строительство. — 1997. — № 1-2. — С. 120–123.
13. РД 03-496–02. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах. — М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2010. — 36 с.

Материал поступил в редакцию 27 июня 2016 г.

Для цитирования: Белов В. В., Пергаменчик Б. К. Прогнозирование ущерба от возможных чрезвычайных ситуаций с учетом пожара в главных корпусах ТЭС // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 8. — С. 42–48. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.08.42-48.

English

FORECASTING OF DAMAGE FROM POSSIBLE EMERGENCIES, GIVEN THE FIRE IN THE MAIN BUILDING THERMAL POWER PLANTS

BELOV V. V., Postgraduate Student, Department of Construction of Thermal and Nuclear Power Plants, National Research Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: sotae@mgsu.ru)

PERGAMENSHCHIK B. K., Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Construction of Thermal and Nuclear Power Plants, National Research Moscow State University of Civil Engineering (Yaroslavskoye Shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; e-mail address: sotae@mgsu.ru)

ABSTRACT

The most characteristic examples of accidents with the fires in the main buildings of thermal power plants (the fires at Reftinsky and Uglegorsk power plants) are presented. Reasons and consequences of these accidents are considered.

It is established that potentially high fire danger in the main buildings is caused availability of oil under pressure in lubrication systems and regulations of turbine units, hydrogen in the cooling system, and at the coal power plants, availability of dust-air mix in systems of fuel feeding and a dust preparing.

There are noted the main types of damage (loss) considered at accidents on the generating objects of power such as: direct expenses; the missed benefit; losses from deterioration of technological parameters at input of reserve capacities; losses at the consumer because of short-reception of the electric power; ecological and social damage.

The main attention is paid to an assessment of irrevocable losses of means of production and costs of rescue and recovery operations — the main components of a direct loss. In some cases this type of damage can be defining.

There are analyzed more than hundred accidents with the fires in engine rooms of the main buildings of thermal power plants and their consequences, including about seventy accidents at condensation stations.

Dependence between the amount of losses and layout solutions of the main buildings of thermal power plant is defined. It is shown that with increase in number of the power units based in one building the damage increases.

The probability and damage rate of the equipment, construction designs of each power unit in the zone captured by the fire depending on distance to epicenter are defined. Losses were estimated on the basis of actual data with attraction of expert estimates of experts.

The technique for an assessment of irrevocable losses of means of production and costs of rescue and recovery operations at potential accidents is proposed. Expenses on elimination (localization) and investigation of accident are estimated according to requirements of the existing leading standard documentation.

In the conclusion it is recommended to consider possible accidents and the corresponding damage in the course of development of the project of thermal power plant and a technical and economic assessment of alternative layout solutions of the main buildings.

Keywords: thermal power plant; main building; accidents; fire; direct loss; layout decisions; estimates of damages; configuration optimization.

REFERENCES

1. Results of investigation of the reasons of accidents at power plants and networks, taking into account requirements of normative documents of Rostekhnadzor. Practical experience. *Energonadzor i energobezopasnost (The Energonadzor and Power Safety Magazine)*, 2007, no. 2, pp. 63–66 (in Russian).
2. Belov V. V., Pergamenshchik B. K. Large-scale accidents at Thermal Power Plants (TPP) and their influence on equipment layouts inside main buildings. *Vestnik MGSU (Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering)*, 2013, No. 4, pp. 61–69 (in Russian).
3. Golodnova O. S. Factors that increase the risk of major technological accidents. *Vesti v elektroenergetike (Electric Power News)*, 2010, no. 1, pp. 3–10.
4. Bovsunovskii A. P., Chernousenko O. Yu., Shtefan E. V., Bashta D. A. Fatigue damage and failure of steam turbine rotors by torsional vibrations. *Strength of Materials*, 2010, vol. 42, no. 1, pp. 108–113. DOI: 10.1007/s11223-010-9196-2.
5. Drewry D., Dieken D. Steam turbine fire protection will reduce repair costs. *Power Engineering*, 2002, vol. 106, no. 11. Available at: <http://www.power-eng.com/articles/print/volume-106/issue-11/features/steam-turbine-fire-protection-will-reduce-repair-costs.html> (Accessed 6 May 2016).
6. Hall D. T., Clayton T. C., Delano D. C., Snuttjer O. *Turbine generator fire protection by sprinkler system*. Kansas city, Missouri, Black & Veatch Engineers-Architects, 1985. 214 p.
7. Ohlsen J. Brandschutz bei Neubaukonzepten und projekten aus Sicht eines Versicherers. *VGB PowerTech.*, 2009, no. 12, pp. 88–91.
8. Pergamenshchik B. K. About communication of layout solutions of thermal power plants with hypothetical accidents. *Vestnik MGSU (Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering)*, 2007, no. 4, pp. 8–11 (in Russian).
9. MT-34-70-001–95. *A method of calculation of economic damage from violations in work of the power equipment*. Moscow, PliNII “Energosetproyekt” Publ., 1995. 8 p. (in Russian).
10. Tarasov N. Ya., Zaydel V. A., Rogovin N. A. Some features of the construction of the main building of the powerful coal-fired thermal power plant. *Energeticheskoye stroitelstvo (Energy Construction)*, 1977, no. 9, pp. 5–7 (in Russian).
11. STO 70238424.27.040.007–2009. *Steam-turbine installations organization of operation and maintenance of norm and requirement*. Moscow, NP “INVEL” Publ., 2009. 165 p. (in Russian).
12. Pergamenshchik B. K. About design the main buildings of thermal power plants. *Izvestiya vuzov. Stroitelstvo (Proceedings of the Russian Universities: Construction)*, 1997, no. 1-2, pp. 120–123 (in Russian).
13. RD 03-496–02. *Methodical recommendations about a damage assessment from accidents on hazardous production facilities*. Moscow, ZAO NTTs PB Publ., 2010. 36 p. (in Russian).

For citation: Belov V. V., Pergamenshchik B. K. Forecasting of damage from possible emergencies, given the fire in the main building thermal power plants. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 8, pp. 42–48. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.08.42-48.