

Г.В. Кирик, к.ф.-м.н., президент, П.Е. Жарков, академик УТА, вице-президент, А.Н. Бондаренко, к.т.н., и.о. директора МИКЭМ (Концерн «Укрросметалл» г.Сумы, Украина)

Перспективы развития производства компрессорного и энергетического оборудования для атомной энергетики Украины

Приведен анализ состояния компрессорного оборудования в атомной энергетике Украины. Дано сообщение о работе группы по подготовке проекта поставки оборудования для атомных электростанций. Приведен перечень оборудования концерна «Укрросметалл», применимого в атомной энергетике.

Ключевые слова: атомная энергетика, оборудование, компрессор, высоковольтный выключатель, элегаз, сжатый азот.

Приведений анализ стану компресорного обладнання в атомній енергетиці України. Дане повідомлення про роботу групи по підготовці проекту постачання обладнання для атомних електростанцій. Наведений перелік обладнання концерну «Укрросметалл», придатного в атомній енергетиці.

Ключові слова: атомна енергетика, обладнання, компресор, високовольтний вимикач, елегаз, стиснутий азот.

An analysis over of the state of compressor equipment is brought in atomic energy of Ukraine. A report is given about work of group on preparation of project of supplying with an equipment to atomic for nuclear power plants. A list over of equipment of business concern "Ukrrosmetall", applicable in atomic energy, is brought.

Keywords: atomic energy, equipment, compressor, high-voltage switch, special gas, compressed nitrogen.

В настоящее время атомная энергетика в стране производит почти половину всей электроэнергии. Установленные мощности атомных энергоблоков составляют около 13 ГВт и являются базовыми в балансе энергогенерирующих мощностей Украины (рис.1). В 90-х годах, когда катастрофическими темпами падали объемы промышленного производства в Украине, экспорт электроэнергии и бартерные расчеты позволили сохранить ее базовые отрасли. До настоящего времени атомная энергетика в Украине является существенным источником наполнения бюджета страны и залогом стабильности цен на электроэнергию. В условиях постоянного роста цен на углеводородное сырье атомная энергетика является важным фактором конкурентоспособности отечественной экономики [1- 4]. Учитывая то, что в мировой экономике атомная энергетика в настоящее время является преобладающей в промышленно развитых странах, развитие и безопасная эксплуатация атомных электростанций в Украине являются актуальными

в настоящем и будущем (рис. 2, табл. 1).

В Украине действуют 15 атомных блоков (рис. 3), на которых ежегодно производится около 85 тыс. ГВт-час электроэнергии. Среди них энергоблоки с реакторами нового типа ВВЭР-1000:

- 2 блока Хмельницкой АЭС, введенных в строй в 1987 и 2004 годах,
- 3 блока Южноукраинской АЭС (1982, 1985 и 1989 гг.),

- 6 блоков Запорожской АЭС (1984, 1985, 1986, 1987, 1989 и 1995 гг.),

- 4 блока Ровенской АЭС с реакторами меньшей мощности типа ВВЭР-440 (1980, 1981, 1986 и 2004 гг.).

Подготовлены площадки под постройку еще двух энергоблоков на Хмельницкой АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000 (сроки пуска – 2015-2016 годы). Южноукраинская атомная электро-

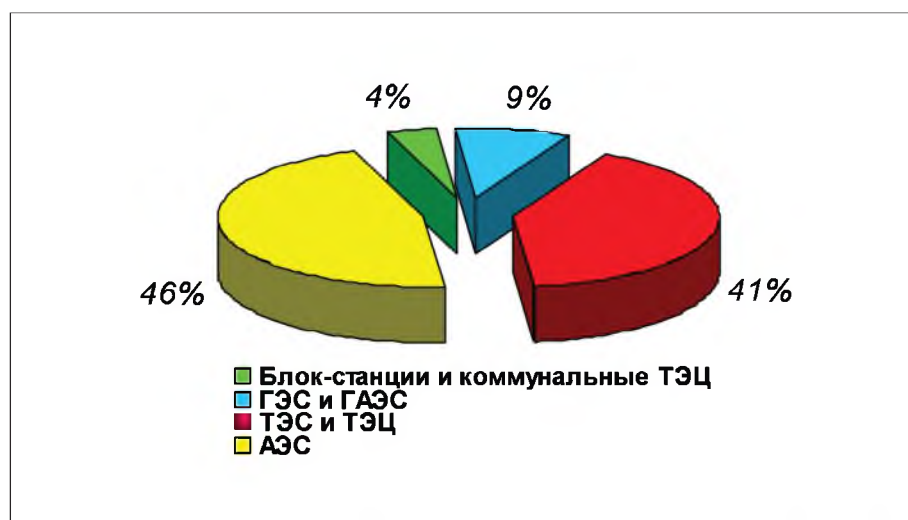


Рис. 1. Структура электроэнергетики Украины

Таблица 1. Распределение атомной энергетики в мире и ее доля в электроэнергетике стран мира

Страна	Доля, %	Станций	Блоков
Аргентина	7,0	2	2
Армения	45,0	1	1
Бельгия	51,7	2	7
Болгария	35,9	1	2
Бразилия	3,0	1	2
Великобритания	17,9	9	19
Венгрия	43,0	1	4
Германия	26,1	12	17
Индия	2,2	5	20
Испания	17,5	6	8
Канада	14,8	5	18
Китай	1,9	4	13
Мексика	4,8	1	2
Нидерланды	3,7	1	1
Пакистан	2,7	2	2
Россия	17,8	10	32
Румыния	20,6	1	2
Словакия	53,5	2	4
Словения	37,9	1	1
Хорватия	8,0		
США	20,2	66	104
Тайвань	20,7	3	6
Украина	48,6	4	15
Финляндия	32,9	2	4
Франция	75,2	19	58
Чехия	33,8	2	6
Швейцария	39,5	4	5

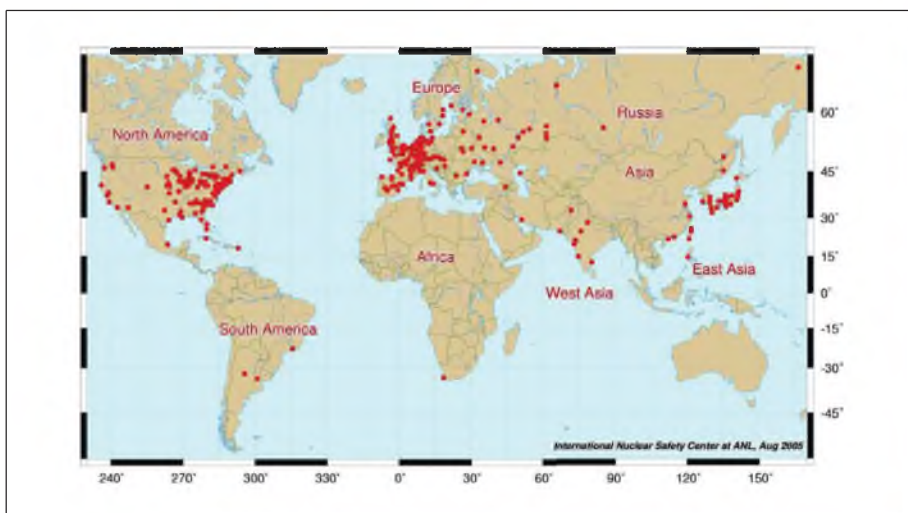


Рис. 2. Карта расположения атомных электростанций в мире (International Nuclear Safety Center at ANL)

станция дополнительно оснащена маневренными гидроаккумулирующими мощностями для балансировки выработки электроэнергии на пиковом потреблении.

Срок эксплуатации некоторых атомных энергоблоков приблизился к окончанию ресурса (30 лет). После осуществления необходимых мероприятий продлены сроки эксплуатации двух энергоблоков Ровенской АЭС на 20 лет. Ведутся работы по продлению сроков эксплуатации энергоблоков Южноукраинской и Запорожской АЭС.

Вместе с ресурсом АЭС исчерпывается также ресурс основного и вспомогательного оборудования, размещенного на станциях. По срокам постройки энергоблоков степень износа около половины эксплуатируемого на станциях компрессорного оборудования превышает 90%. Персонал атомных электростанций испытывает существенные затруднения при эксплуатации и изготовлении на опытно-производственных участках деталей и узлов изношенного компрессорного оборудования атомных станций.

Функционально компрессорное оборудование на АЭС используется в азотно-кислородных станциях, пневматических высоковольтных выключателях, пусковых системах дизель-генераторов, для испытаний герметичных оболочек, а также для ремонтно-технологических нужд.

Не исключается возможность выведения изношенных мощностей и для обеспечения необходимого уровня выработки электроэнергии в Украине потребуются постройка новых энергоблоков. В настоящее время достигнута предварительная договоренность с Россией о финансировании и подготовлено технико-экономическое обоснование достройки 3-го и 4-го энергоблоков Хмельницкой АЭС.

Кроме этого, осуществляет ряд других правительственных мероприятий по развитию ядерной энергетики согласно Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года. В частности, рассматривается возможность создания в Украине замкнутого ядерного цикла. По одному из проектов общегосударственной программы развития высоких наукоемких тех-



Рис. 3. Карта расположения атомных электростанций в Украине

нологий разработана технология и изготовлена партия циркониевых труб для топливных элементов. Одновременно в соответствии с научной программой НАЭК «Энергоатом» создан технологию и организовал промышленное изготовление таблеток ядерного топлива для топливных элементов.

НАЭК «Энергоатом» предпринимает активные действия по ускорению решения проблем ядерной энергетики в Украине с учетом интересов отечественных производителей. 5 июля 2011 года на базе концерна «Укрросметалл» состоялась встреча ГП НАЭК «Энергоатом» с группой машиностроительных предприятий города Сумы. В состав группы вошли АО «НПАО «ВНИИкомпрессормаш», АО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе», АО «Сумской завод «Насосэнергомаш», АО «ВНИИАЭН», АО «ПТМЗ». На встречу были приглашены также представители Сумского государственного университета. Встреча была проведена в рамках работы межгосударственной российско-украинской рабочей группы по кооперации украинских и российских производителей при возведении в Украине новых энергоблоков атомных электростанций. Работа группы направлена на создание уникального проекта, суть которого заключается в объединении отечественных научных институтов, разработчиков и заводов-изготовителей оборудования для атомных станций с целью

обеспечения новых (3-го и 4-го) энергоблоков Хмельницкой АЭС оборудованием украинских производителей. Одна из основных целей проекта состоит в защите интересов отечественных производителей при реализации крупного межгосударственного проекта. Такой подход дает возможность уже в недалекой перспективе задействовать украинский высококвалифицированный производственный кадровый потенциал, обновит материально-техническую базу отечественных предприятий, сократит сроки и уменьшит стоимость ремонтов, снизит эксплуатационные расходы на обслуживание оборудования атомных станций, существенно снизит зависимость отечественной атомной энергетики от импортных поставок, а также повысит ее безопасность и надежность.

В результате встречи было подписано соглашение между ГП НАЭК «Энергоатом» и группой машиностроительных предприятий города Сумы о взаимном сотрудничестве. Приоритетными направлениями сотрудничества признано использование возможностей группы сумских машиностроительных предприятий при формировании заказов оборудования для новых энергоблоков Хмельницкой АЭС, а также определение текущих эксплуатационных потребностей действующих атомных энергоблоков Украины с целью использования для их обеспечения возможностей сумских машиностроительных предприятий.

На встрече также рассматривались вопросы гармонизации отечественной и российской нормативно-технической базы в атомной энергетике, обеспечения материаловедческих потребностей атомных станций, системы приемки готового оборудования для атомных станций. В частности, предложено возобновить заводские государственные приемочные испытания вместо существующего в настоящее время входного контроля оборудования непосредственно на атомных станциях. Это позволит исключить тендерные закупки у случайных перекупщиков, заменив их долгосрочными контрактами на изготовление и закупку оборудования у проверенных производителей. Для участия в таких проектах в мае 2011 года ГП НАЭК «Энергоатом» провело обследование предприятий концерна АО «НПАО «ВНИИкомпрессормаш» и АО «ПТМЗ». Потенциал сумских партнеров и мощная испытательная база дает работникам атомной энергетики уверенность в том, что такой проект реален и будет осуществляться.

В этом проекте концерн «Укрросметалл» сыграл объединяющую роль, роль лидера. Предприятия концерна используют комплексный подход к организации производства. В частности на АО «НПАО «ВНИИкомпрессормаш» для подготовки специалистов создан учебный центр «Профессионал», подобран оптимальный состав рабочих и квалифицированных кадров, установлено современное оборудование, ведутся новые разработки, издается научно-технический журнал и проводятся научно-технические конференции.

Концерн «Укрросметалл» владеет мощным научным потенциалом. Большинство компрессорного оборудования для сжатия воздуха и элегаза в системах автоматики высоковольтных выключателей, установленное на атомных электростанциях с 70-х годов, проектировалось либо согласовывалось предприятием концерна АО «НПАО ВНИИкомпрессормаш». АО является головной организацией по разработке и производству компрессорного оборудования на протяжении более 45 лет [4-9]. Предприятие производит и поставляет компрессорное оборудование для объектов энергетики

Украины (электростанции, гидроэлектростанции, Чернобыльская АЭС). Среди такого оборудования :

– воздушные поршневые компрессоры среднего и высокого давления ЗВШ1,6-2,3/230УХЛ4, ЗВШ1,6-3/46МЗ, ЗВШ1,6-3/64, 6ВШ2,5-12/65 УХЛ4, 6ВШ2,5-16/70, ЗВШ1,6-5/70, ЗГШ1,6-2,3/230, которые широко используются для высоковольтных воздушных выключателей (рис. 4 и 5);

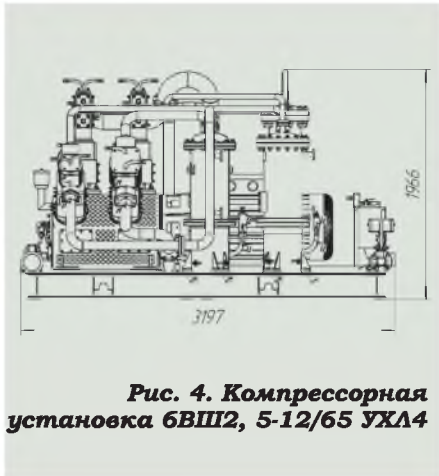


Рис. 4. Компрессорная установка 6ВШ2, 5-12/65 УХЛ4

– воздушные винтовые компрессоры ВВ-25/8АУЗ, ВВ-30/9УЗ, ВВ-50/8ВУЗ, НВЭ-6/1,0У2, ВВ-100/8УЗ на замену соответствующих по производительности и давлению поршневых компрессоров российского производства 2ВМ4-24/9, 305ВП-30/8, 2ВМ10-50/8, 4ВУ1-5/9-М2, ЦК135/8, используемых для снабжения сжатым воздухом пневмоприводов и других пневматических систем станций (рис. 6).

Кроме того, на атомных станциях применяется оборудование по производству азота, аналогового также производятся АО «НПАО «ВНИИкомпрессормаш»:

– мембранные станции и установки типа АМГН, АМГП и АМ для получения инертной среды - газообразного азота концентрацией от 90% до 99,5%, производительностью от 0,1 до 3000 м³/час (рис. 7);

– генераторы азота типа АГ для получения газообразного азота концентрацией от 95% до 99,999%, производительностью от 0,1 до 1000 м³/час.

В номенклатуре производимой предприятием продукции широкий спектр шаровой арматуры для газообразных и жидких сред.



Рис. 5. Компрессорная установка ЗВШ1,6-2,3/230 УХЛ4



Рис. 6. Воздушный винтовой компрессор ВВ-25/9 А УЗ

В настоящее время предприятие располагает полным комплектом технической документации, которая позволит эффективно и в короткий срок изготовить оборудование на замену существующего, подобрать и изготовить комплектующие для ремонта эксплуатируемого оборудования, а также создать для атомных станций новое, более современное компрессорное и энергетическое оборудование с улучшенными характеристиками.

Перечень оборудования, которое может быть поставлено концерном «Укрросметалл» для атомной энергетики Украины представлен в табл. 2.

Выводы

Машиностроительные предприятия концерна «Укрросметалл», оснащенные современным техно-

логическим оборудованием, информационными технологиями и базами технической документации, могут поставлять атомной энергетике обширную номенклатуру компрессорного и вспомогательного оборудования для строительства новых и безопасной эксплуатации действующих атомных электростанций.

Список литературы:

1. «Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года».- Постановление Кабинета Министров Украины от 15.03.2006 № 145-р.

2. Ермилов С.П. Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года: проблемные вопросы содержания и реализации // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», 2007.- №4.



Рис. 7. Станция азотная АМВН-0,5/2 СУ1

Таблица 2. Перечень оборудования предприятий Концерна «Укрросметалл», применимого в атомной энергетике

Наименование оборудования	Производитель	Наименование аналога
КОМПРЕССОРНОЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ		
Маслоочистительная установка ПСМ2-4	АО «Полтавский турбомеханический завод», г. Полтава	-
Центрифуга-сепаратор СМ-2 с электродвигателем		-
Фильтр-пресс для очистки турбинного масла ФП2-3000 комплектно с электродвигателем (Установка фильтровальная)		-
Газодувка Е-21-80-2А с электродвигателем	АО «НПАО ВНИИкомпрессормаш», г. Сумы	-
Компрессор системы очистки технологических газов АРФ49Э52САЗУЗЭ с электродвигателем		-
Компрессор роторный (воздуходувка) ВР15-2/0,6		-
Компрессор роторный (воздуходувка) ВР35-4/0,7		-
Компрессоры типа ВШВ 2,3/230	АО «НПАО ВНИИ компрессормаш», г. Сумы	Аналог продукции АО «Уральский компрессорный завод», г. Екатеринбург
Компрессор воздушный ЗВШ1,6-2,3/230 УХЛ4	АО «НПАО ВНИИ компрессормаш», г. Сумы	-
Компрессор азотный ЗГШ1,6-2/220 УХЛ4		Замена 2ГП -2/220
Компрессор элегазовый 2ГМ 0,12/40 С		-
Компрессор воздушный 6ВШ2,5-12/65 УХЛ4		Замена 2ВМ4 -12/65
Компрессор воздушный ЗВШ1,6-5/70		Замена 302ВП-5/70
Воздушный винтовой компрессор ВВ-25/9 А УЗ		Замена 2ВМ4 -24/9
Азотно-воздушный 6ВШ2,5-4/220		Замена 2ВМ2,5 -5/221
Воздушный винтовой компрессор ВВ-30/9 УЗ		Замена 305ВП -30/8
Воздушный винтовой компрессор ВВ-50/8 В УЗ		Замена 2ВМ10 -50/8
Станция компрессорная НВЭ - 6/0,1 У2		Аналог 4ВУ1 -5/9 ОАО «Мелком»,
Воздушный винтовой компрессор ВВ-100/8 УЗ	АО «НПАО ВНИИ компрессормаш»	Замена ЦК135/8
Воздушный винтовой компрессор серии ВВ, КТ, ПК (производительностью 3; 5; 6 м ³ /мин)	АО «НПАО ВНИИкомпрессормаш» АО «Полтавский турбомеханический завод», г. Полтава	
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФЛЕГМАТИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ		
Мембранные станции и установки типа АМВН-05/2,0 СУ1 для получения инертной среды - газообразного азота концентрацией от 97% до 99,5%, производительностью от 0,1 до 3000 м ³ /час;	АО «НПАО ВНИИ компрессормаш»	Замена МВА 0,022 пр-ва «Криогенмаш»
Генераторы азота типа АГ для получения газообразного азота концентрацией от 95% до 99,999%, производительностью от 0,1 до 1000 м ³ /час		

3. Толмачев Д.Т. Роль и перспективы отдельных энергоносителей в энергетике Украины // «Экономист», 2000.- №7-8.- С.38.

4. Информационная справка об основных показателях развития отраслей топливно-энергетического комплекса Украины за июль и 6 месяцев 2011 года / Министерство энергетики и угольной промышленности Украины.

5. Кирик Г.В., Жарков П.Е., Диденко С.И. Состояние и перспективы производства энергетического оборудования в концерне «Укрросметалл» // Компрессорное

и энергетическое машиностроение, 2011.- №2(24).- С. 2-7.

6. Жарков П.Е. ВНИИкомпрессормаш - ведущее предприятие в отрасли компрессоростроения // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2009.- №2(16).- С. 3-8.

7. Парафейник В.П., Королев В. С., Подошев Г.С. ВНИИкомпрессормаш и развитие компрессоростроения в Украине // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2009.- №2(16).- С. 9 - 17.

8. Кирик Г.В. Компрессорная техника концерна «Укрросметалл» в многоотраслевом хозяйстве Ук-

раины // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2009.- №3(17).- С.15-20.

9. Жарков П.Е., Никулин А.К. Модернизация производства и новая техника ОАО «НПАО ВНИИкомпрессормаш» // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2009.- №3 (17).- С. 26-28.

10. Гудков Н.Н., Диденко С.И., Бак С.Н. Возможности модернизации энергетического оборудования Украины // Компрессорное и энергетическое машиностроение, 2009.- №4(18).- С. 3-8.