

Я. П. Молчанова, Е. М. Аверочкин, Д. Ю. Жуков
БЕНЧМАРКИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ
РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье рассматривается использование бенчмаркинга как инструмента повышения ресурсо- и энергоэффективности производства и сокращения негативного воздействия промышленных предприятий на окружающую среду. Обсуждаются перспективы бенчмаркинга предприятий азотной промышленности в России, СНГ, Турции и странах Балканского полуострова.

Ключевые слова: бенчмаркинг, сравнительный анализ, энерго- и ресурсоэффективность, конкурентоспособность, производство азотсодержащих соединений и удобрений.

Keywords: benchmarking energy and resource efficiency, competitiveness, production of nitrogen based chemicals and fertilizers

Бенчмаркинг – это метод объективного систематического сопоставления ключевых показателей эффективности с результатами лучших компаний отрасли. Он предполагает не только выполнение сравнительного анализа, но и выявление методов повышения эффективности бизнеса, что необходимо для принятия решений относительно внедрения зарекомендовавших себя инструментов в целевых организациях [1]. Одно из интересных определений гласит: «Бенчмаркинг – это искусство открывать для себя методы, которые позволили добиться успеха другим организациям, в сочетании с готовностью оценивать полученные сведения для последующего внедрения лучших решений в своей организации» [2].

В современном мире эффективность использования ресурсов определяет конкурентоспособность организации. Это положение приобретает особое звучание, если речь идет об энергоресурсах. Для крупнотоннажных химических производств доля затрат на сырьё и энергию составляет до 70 % себестоимости продукции. Фактически, в условиях постоянного возрастания стоимости сырья и энергии прибыль

компаний напрямую зависит от их ресурсо- и энергоэффективности [3]. Другие важные факторы обеспечения конкурентоспособности включают эффективность предотвращения и контроля негативного воздействия на окружающую среду, а также обеспечения промышленной безопасности и соблюдения требований охраны труда [4].

В контексте сокращения негативного воздействия на окружающую среду и развития систем экологического менеджмента следует отметить работы Института перспективных технологических исследований (Institute for Prospective Technological Studies – <http://ipts.jrc.ec.europa.eu>). Выпускаемые этой организацией Справочные документы по наилучшим доступным технологиям (НДТ) отражают результаты бенчмаркинга в ключевых отраслях промышленности, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду. Использование информации Справочников открывают возможности для сравнительного анализа ключевых показателей эффективности российских предприятий, постановки целей и задач выбора решений в рамках программ экологического менеджмента [5].

В некоторых отраслях экономики, например, в нефтехимической промышленности, в производстве строительных материалов, бенчмаркинг стал весьма значимой коммерческой услугой, а его результаты – востребованным продуктом [6, 7]. Такие компании, как Solomon Associates, Customer Service Benchmarking Association (<http://csbenchmarking.com>), LBNL Energy Benchmarking Research and Development (<http://energybenchmarking.lbl.gov>) и др. работают над совершенствованием методов бенчмаркинга с 80-х годов XX века. Широкую известность получила методология, разработанная Solomon Associates (Comparative Performance Analysis – CPA™). Она позволяет продемонстрировать клиентам место их компании в группе конкурентов, выявить сильные и

слабые стороны и определить приоритетные направления повышения эффективности бизнеса.

Результаты ряда проектов (в первую очередь, международных) используются для принятия стратегических решений; многие сведения публикуются в открытой печати. Подчеркнём, что внимание специалистов в России привлекают, прежде всего, ресурсо- и энергоёмкие производства, имеющие значительный потенциал повышения показателей эффективности.

В качестве примера рассмотрим производство азотных удобрений. Интерес к этому сектору обусловлен несколькими соображениями. Во-первых, производство азотных удобрений имеет глобальное значение: 48 % жителей Земли обеспечены продуктами питания, выращенными с применением этих удобрений [8, 9]. В настоящее время в странах СНГ производится около 15 % азотных удобрений; лидером остается Китай (около 28 %); Россия занимает одну из ведущих позиций, её доля в мировом производстве близка к 8,5 %. Ежегодный прирост производства составляет 1,8 % [10]. В структуре мирового производства аммиака Россия находится на третьем месте по своим мощностям. На конец 2010 года они составляли 14,2 млн. тонн в год, при этом у мирового лидера – Китая – практически достигли 63 млн. тонн в год [11]. Во-вторых, сектор обладает большим инвестиционным потенциалом. В-третьих, доля сектора в мировом потреблении энергии составляет около 1,2 % ежегодно. При этом большая часть энергии генерируется путём сжигания природного газа (исключение составляет Китай, где заводы используют в качестве топлива уголь), что наряду с образованием закиси азота (N_2O) (порядка 6 % антропогенных выбросов этого вещества) обуславливает вклад сектора в поток выбросов парниковых газов [12].

К парниковым газам (ПГ) относятся диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), гемиоксид азота (N_2O), а также фторхлоруглеродные соединения.

Увеличение антропогенных выбросов этих веществ приводит к росту их содержания в атмосфере, что приводит к усилению парникового эффекта и угрожает равновесию социально-экономических и экологических систем Земли [13]. В соответствии с оценками экспертов, наиболее экономически выгодные решения по ограничению выбросов ПГ связаны с повышением энергоэффективности (ЭЭ) экономики [14].

Примерно 2-3 % мировых выбросов ПГ связаны с производством, распределением и применением азотных удобрений [15]. Потенциал повышения ЭЭ в секторе, в том числе, с использованием малозатратных мер, достаточно высок, хотя нередко недооценивается. С начала прошлого века ЭЭ производства азотных удобрений значительно возросла; удельное энергопотребление современных заводов на 30 % ниже, чем было 30-40 лет назад. Лучшие предприятия приближаются к термодинамическому минимуму потребления энергии. Следует подчеркнуть, что около 87 % энергии расходуется на синтез аммиака [15], и внимание специалистов сконцентрировано именно на этой стадии производства.

В результате финансового кризиса потребление удобрений снизилось в 2008-2009 гг. на 7 % и составило 156,7 млн. тонн в пересчёте на 100 % питательных веществ [10]. При этом рынок азотных удобрений испытал относительно меньшее влияние кризиса (-1,8 %), чем рынок фосфорных (-11 %) и калийных (-20 %) удобрений. По мере оздоровления экономики в 2009-2010 гг. спрос на удобрения стал возрастать. При среднем росте в 3,7 % спрос на азотные удобрения увеличился на 3,1 %, на фосфорные – на 8,8 %; спрос на калийные удобрения упал на 1,2 %. (Таблица 1).

Что касается мирового производства минеральных удобрений, то его уровень упал в 2009 г. на 8 % и достиг минимального с 2003 г. показателя (194 млн. тонн). Прежде всего, снижение производства калийных и фосфорных удобрений. Наряду с падением спроса серьёзную роль сыграло

то обстоятельство, что в системе дистрибуции были накоплены значительные количества невостребованных потребителями удобрений. Сектор азотных удобрений оказался в наиболее благоприятной ситуации: производство аммиака было стабильным, а выпуск карбамида несколько возрос [16].

Таблица 1

Динамика мирового потребления минеральных удобрений [10]

Годы	Мировое потребление удобрений, млн. тонн (в пересчёте на 100 % питательных веществ)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всего
2007-2008	101,2	38,4	28,9	168,5
2008-2009	99,3	34,2	23,2	156,7
2009-2010	102,4	37,2	22,9	162,5
Изменение	+3,1 %	+8,8 %	-1,2 %	+3,7 %
2010-2011 (прогноз)	104,1	38,9	27,1	170,4
Изменение	+1,9 %	+4,5 %	+18,4 %	+4,8 %
2014-2015 (прогноз)	112,1	44,0	32,2	188,3
Среднегодовое изменение	+1,8 %	+3,1 %	+4,3 %	+2,5 %

Докризисные оптимистические ожидания привели к тому, что во многих странах стартовали новые амбициозные проекты по расширению предприятий азотной промышленности. Несмотря на то, что в 2009 г. некоторые из них были заморожены или закрыты, к 2014 г. все же следует ожидать роста производственных мощностей (рис. 1). Эта тенденция будет характерна для Китая, Западной Азии и Северной Африки. По оценкам Международной ассоциации производителей удобрений (International Fertilizer Industry Association – IFA – www.fertilizer.org), в период 2009-2014 гг. рост мощностей по производству азотных удобрений в мире будет составлять до 4 % ежегодно; к 2014 г. увеличение по сравнению с 2008 г. достигнет 37,4 млн. тонн аммиака. Суммарная ежегодная мощность заводов составит 224 млн. тонн. Можно ожидать

открытия до 65 новых предприятий, причём 23 из них будут пущены в Китае.

В будущем эксперты [11] также ожидают строительства новых мощностей по выпуску азотных удобрений в регионах с дешёвым сырьём – на Ближнем Востоке и Северной Африке. В частности, ожидается, что во втором полугодии 2011 г. алжирская компания Sorfert начнёт экспортоориентированное производство карбамида мощностью 1,2 млн. тонн в год, а катарская Qafco V запустит мощность на 1,27 млн. тонн карбамида год. Ожидается также запуск импортозамещающего производства пакистанской Engro аналогичной мощностью 1,27 млн. тонн в год. Иными словами, мир прирастает новыми энергоэффективными мощностями, что может оказать давление на рынки.

Велика вероятность того, что избыточное предложение азотных удобрений на рынке к 2013 г. достигнет 11,1 млн. тонн, а к 2014 г. – 16,7 млн. тонн (в пересчёте на азот).

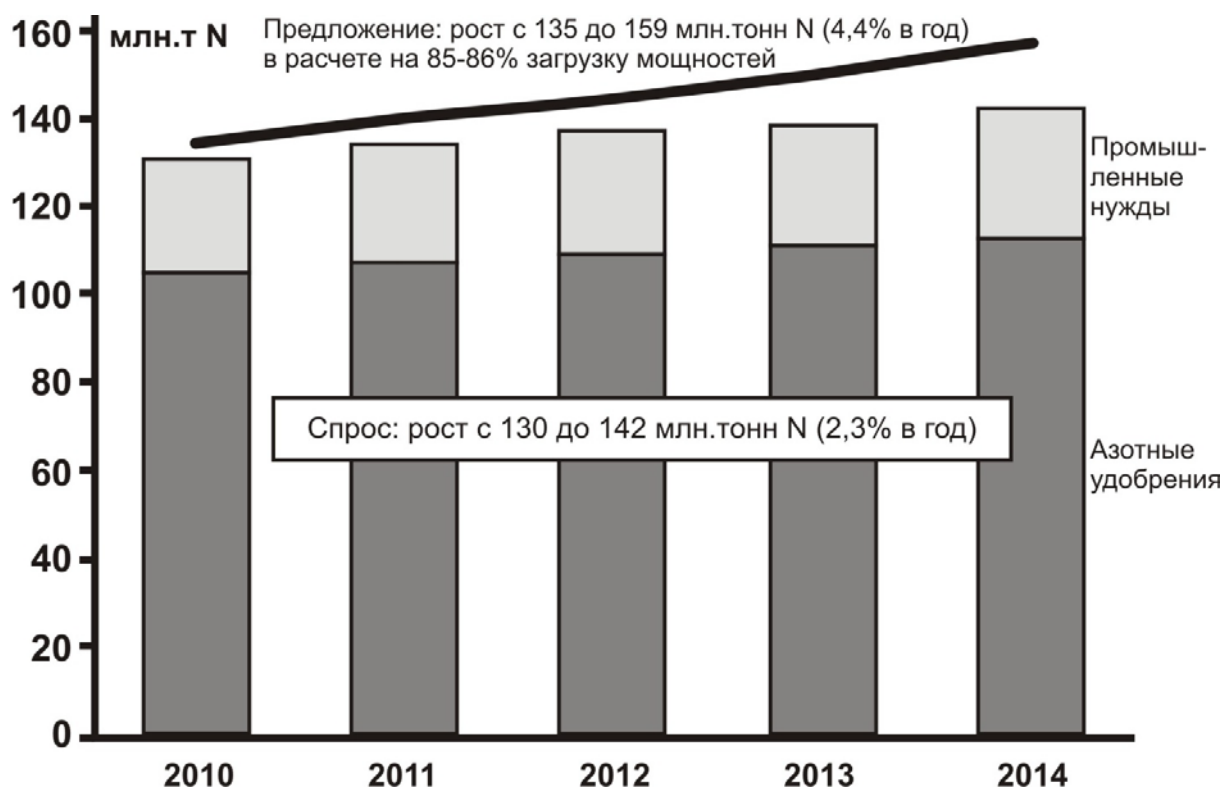


Рис. 1. Динамика соотношения спроса и предложения на рынке азотных удобрений [10]

По мнению экспертов IFA, прогнозы на будущее остаются весьма неопределёнными. Характер развития рынка зависит от таких факторов, как состояние мировой финансовой системы, цены на зерновые и на другую продукцию растениеводства, приоритеты сельскохозяйственной и промышленной политики Китая, субсидии на удобрения в Индии, результаты дискуссий вокруг воздействия на окружающую среду производства биотоплива и др. [10]. Продолжающийся внутри России рост цен на газ для промышленности может повлечь за собой серьёзные последствия для отечественных производителей. Так, за 2010 год регулируемые цены на газ выросли на 15%, на такую же величину они были повышены с 1 января 2011 года. В дальнейшем цены на газ продолжают увеличивать, чтобы вывести их на уровень равнодоходности с экспортными поставками. Однако график роста пока не утвержден. Недавно Минэкономразвития внесло в правительство сразу два сценария. В базовом – более мягком варианте – цену на газ для промпредприятий предлагается индексировать два раза в год: начиная с 2012 года с 1 января (на 5%) и с 1 апреля (на 9,5%). В этом случае среднегодовой рост цен в 2011 году составит 12,5%. Но уже в 2013 и 2014 году рост составит запланированные 15%. Альтернативный вариант привязывает рост тарифов к расчётной инфляции и предполагает рост цен на газ на 6% в 2012 году, на 5,5% в 2013 году и на 5% в 2014 году [11].

Однозначно можно сказать лишь то, что в условиях перегретого рынка конкурентоспособность компаний как никогда определяется их способностью сократить издержки и обеспечить высокую эффективность использования ресурсов. При этом речь идет обо всех ресурсах, будь то энергия, сырьё, вода, вспомогательные материалы или финансовые и трудовые ресурсы. Но ответ на вопрос о том, насколько эффективен тот или иной процесс, та или иная организация, всегда предполагает

сравнение, сопоставление характеристик исследуемого объекта (отрасли, вида деятельности) с аналогами.

Информация о наиболее перспективных технологических, технических и управленческих решениях достаточно хорошо систематизирована. В качестве известных примеров можно привести такие источники, как Оценочные обзоры Международной ассоциации производителей удобрений (International Fertilizer Industry Association – IFA – www.fertilizer.org) [17, 18] или Справочный документ ЕС по НДТ крупнотоннажного производства неорганических веществ [12]. Ключевое внимание в Справочном документе уделено вопросам повышения ресурсо- и энергоэффективности, так как экологические аспекты производства рассматриваются, прежде всего, в контексте внедрения технологических решений, направленных на предотвращение негативного воздействия. Таким образом, вопросы практического применения Справочных документов по НДТ предприятиями химической промышленности являются весьма актуальными [19]. В 2001-2008 гг. бенчмаркинг производства аммиака осуществили Европейское бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнения (ИРПС, 2001 г.) [11], Европейская ассоциация производителей удобрений (ЕФМА, 2004 г.) [20] и Международная ассоциация производителей удобрений (IFA, 2008 г.) [15] (рис. 2).

В сравнительном анализе производства аммиака, выполненном IFA в 2008 г., приняли участие 93 предприятия, расположенные в 33 странах и выпускающие примерно четверть мирового производства аммиака (40 млн. тонн). Средний показатель ЭЭ составил 36,6 ГДж/т аммиака; при этом показатели предприятий-участников распределились в интервале от 27,0 до 58,2 ГДж/т аммиака (рис. 3).

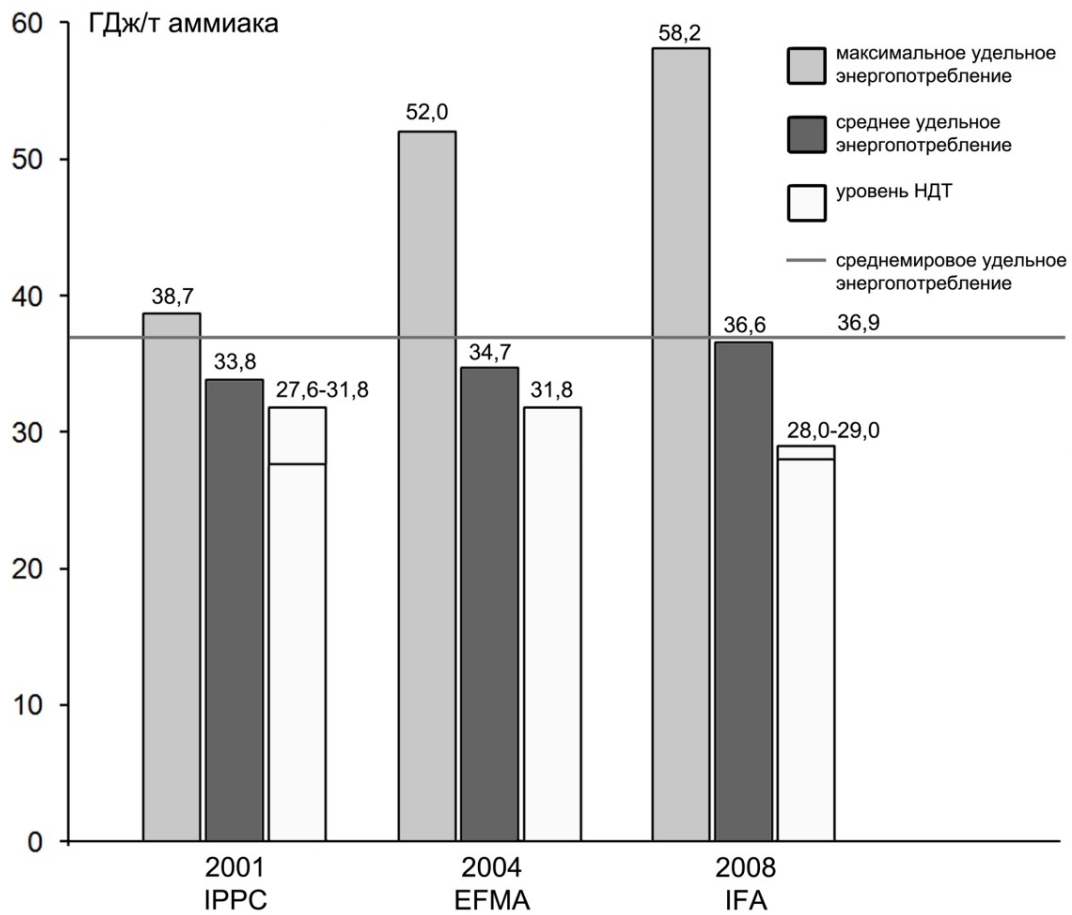


Рис. 2. Результаты бенчмаркинга предприятий азотной промышленности [11, 14, 19]

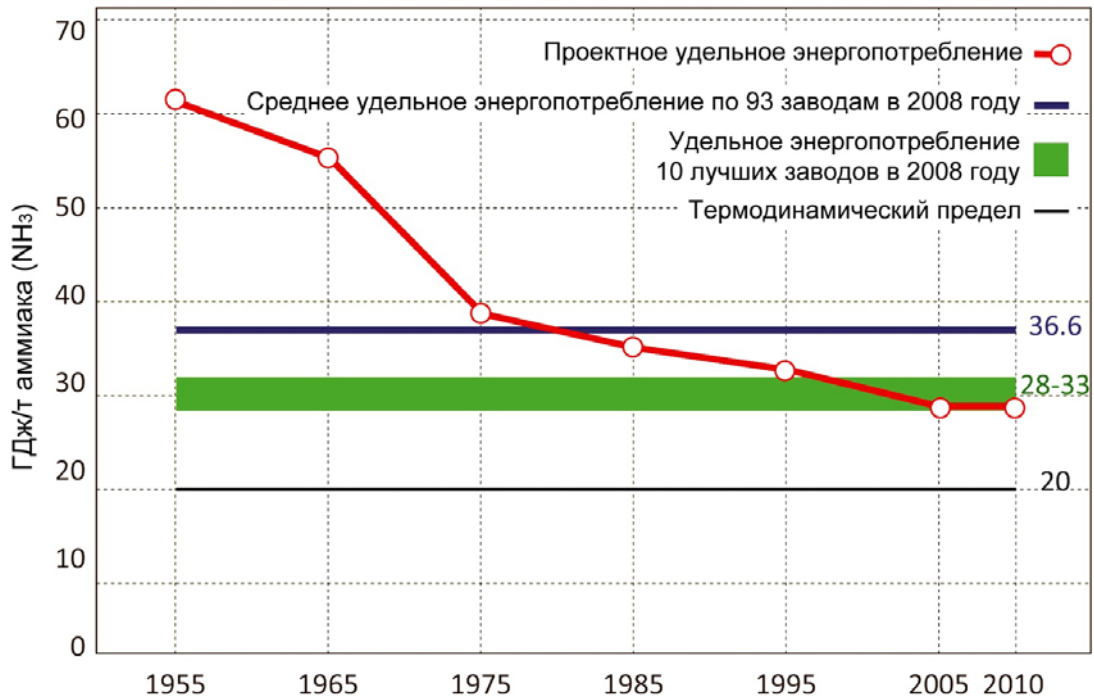


Рис. 3. Повышение энергоэффективности производства азотных удобрений в 1955-2010 гг. [15]

Десять лучших заводов характеризовались удельным энергопотреблением 28-33 ГДж/т аммиака; оптимальный уровень для новых предприятий составил 28-29 ГДж/т аммиака [15]. В расчёт принималась энергия, потребляемая в процессе производства аммиака, а также энергия, необходимая для осуществления технологических пусков и остановок и для восстановления катализатора. Следует отметить, что приведенные данные достаточно хорошо согласуются с уровнем ЭЭ, соответствующим НДТ производства аммиака [12]. В европейском Справочном документе приведен интервал удельного энергопотребления 27,6-31,8 ГДж/т аммиака; во внимание принимались характеристики приблизительно 50 предприятий, выпускавших в 2001 г. около 11 млн. тонн аммиака.

Данные предприятий, расположенных в России, СНГ, Турции и странах Балканского полуострова, не являющихся членами Евросоюза, свидетельствует о том, что удельное энергопотребление порядка 65 ГДж на тонну продукции не является чем-то из ряда вон выходящим. Надёжные данные, с учётом которых можно было бы определить средние и лучшие показатели, характерные для этих стран, в открытой печати не опубликованы, хотя, вероятно, руководители предприятий, научно-исследовательских институтов и консультационных компаний располагают некоторой информацией.

Международный опыт говорит о том, что внедрение новых технологических решений сопровождалось структурными изменениями в секторе. В связи с тем, что затраты на энергию вносят значительный вклад в структуру себестоимости продукции, предприятия-лидеры более эффективны с экономической точки зрения. В странах Европы и Северной Америки, где цены на энергоносители особенно высоки, удельное энергопотребление сократилось наиболее значительно. При этом старые, неэффективные предприятия были либо реконструированы, либо закрыты.

В 2008 г. лучшие предприятия, использовавшие в качестве топлива природный газ, характеризовались уровнем удельного энергопотребления в 32 ГДж/т аммиака. Это свидетельствует о том, что реконструкция действующих менее энергоэффективных заводов могла бы позволить увеличить ЭЭ и сократить выбросы ПГ приблизительно на 10 %. Для этого, однако, потребовались бы значительные инвестиции – порядка 20 млн. долларов США на каждую площадку.

Повышение эффективности предприятий и площадок до уровня НДТ привело бы к возрастанию показателя ЭЭ в секторе на 25 %; при этом можно ожидать 30 % снижения выбросов ПГ. Но этот сценарий является долгосрочным; на его реализацию уйдут десятилетия. Не следует также забывать, что заводы, применяющие уголь в качестве энергоносителя, обычно выбрасывают в 2,4 раза больше ПГ на тонну аммиака, чем те, где используется природный газ [21].

Оценка мирового потенциала сокращения выбросов ПГ в секторе позволяет предположить, что ежегодное снижение может достичь 119 млн. тонн ПГ. При этом около 72 млн. тонн приходится на снижение выбросов гемеоксида азота (в единицах CO₂-экв.), а более 25 млн. тонн – на сокращение выбросов диоксида углерода [15]. Предполагается, что вклад предприятий России, Союза независимых государств (СНГ), Турции и Балканских стран будет значителен в связи с тем, что именно здесь сосредоточены площадки, отличающиеся относительно низкими показателями ресурсо- и энергоэффективности и существенным воздействием на окружающую среду.

В России крупнейшие компании сектора объединены в Российскую ассоциацию производителей удобрений. В неё входят такие производители азотных удобрений, как ОАО «Акрон», ОАО «Минерально-химическая компания «ЕвроХим», ЗАО «ФосАгро АГ», ОАО «КуйбышевАзот», ООО «Менделеевсказот», ОАО «Минудобрения» (г. Россошь), ОАО «СИБУР-Минудобрения».

По данным ОАО «ГИАП» [11], в 2010 г. наиболее эффективными среди крупнотоннажных агрегатов по удельному расходу природного газа являлись агрегаты ОАО «Акрон». Аммиачные производства Акрона всегда находились в первой пятёрке по показателям энергоэффективности, количеству произведённого аммиака. Наиболее продвинутыми в части модернизации на постсоветском пространстве также являются агрегаты аммиака заводов: «Новомосковский Азот», «Невинномысский Азот», «КуйбышевАзот», «Одесский припортовый завод».

Эти данные будут уточнены и сопоставлены с лучшими мировыми и европейскими показателями в ходе сравнительного анализа ресурсоэффективности азотной промышленности в России, СНГ, Турции и в Балканском регионе. Бенчмаркинг будет выполнен по инициативе Международной финансовой корпорации (МФК) с привлечением ведущих консалтинговых компаний. Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева поддерживает инициативу МФК и содействует широкому обсуждению и распространению методологии и результатов проекта.

Литература

1. Уваров В. В. Бенчмаркинг как современный метод управления бизнесом // Менеджмент в России и за рубежом, 2005. №4. С. 35-37.
2. Excellence One Toolbook for Self Assessment. EFQM, 2007. 66 p.
3. Ottewell, Seán. Plants Thirst for Energy Efficiency // Chemical Processing, 2009. Process Survey Tool for Human resource Management. EFQM-Philips, 2004. 38 p. [Электронный ресурс]
<http://www.chemicalprocessing.com/articles/2009/021.html>
4. Chemical Industry Sees Green. 2008 White Paper. [Электронный ресурс]
<http://www.chemicalprocessing.com/whitepapers/2008/011.html>
5. Гусева Т. В., Бегак М. В., Миронова С. В. Основные принципы разработки и внедрения систем менеджмента, обеспечивающих

- повышение энергоэффективности предприятий // Менеджмент в России и за рубежом, 2009. №3. С. 43-55.
6. Poling Al, Jones, Richard B. Measuring Reliability & Maintenance Effectiveness On A Global Basis // Solomon Associates, Sunday, 17 October 2010. [Электронный ресурс] <http://www.mt-online.com/component/content/article/278-oct2010/1613-measuring-reliability-a-maintenance-effectiveness-on-a-global-basis.html?directory=90>
 7. Cement Technology Roadmap 2009. World Business Council for Sustainable Development, 2010. [Электронный ресурс] <http://www.wbcSD.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=NzY&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>
 8. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, 2010. [Электронный ресурс] <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/FERTILIZERS-THE-INDUSTRY/Market-outlooks.html>
 9. Erisman J. W., Sutton M. A., Galloway J. N., Klimont Z. and Winiwarter W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature Geoscience*, 1, 636–639
 10. Heffer, Patrick and Prud'homme, Michel. Fertilizer Outlook 2010-2014. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, 2010. [Электронный ресурс] <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/FERTILIZERS-THE-INDUSTRY/Market-outlooks.html>
 11. Материалы Online-конференции, посвященной российскому рынку азотных удобрений, на Информационно-аналитическом портале "Рупек". [Электронный ресурс] <http://www.rupec.ru/online/2945/>
 12. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers. Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau, 2007. [Электронный ресурс] <http://eippcb.jrc.es>
 13. Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report (AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change. [Электронный ресурс] http://www.ipcc.ch/publications_and_data

14. Pathways to a Low Carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve. McKinsey, January 2009. [Электронный ресурс] <http://solutions.mckinsey.com/ClimateDesk/default.aspx>
15. Energy Efficiency and CO2 Emissions in Ammonia Production. IFA, Paris, France, December 2009. [Электронный ресурс] <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Publication-database.html/Energy-Efficiency-and-CO2-Emissions-in-Ammonia-Production.html>.
16. Мировой и российский рынок минеральных удобрений – 2011. М.: CRS, 2011. 280 с.
17. Williams G., Al Ansari Fadhel. IFA Benchmarking of Global Energy Efficiency in Ammonia Production // IFA Technical Committee Meeting on "Energy Efficiency and CO2 Reduction, Prospects in Ammonia Production". Ho Chi Minh City, Viet Nam, 12-14 March 2007. [Электронный ресурс] <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Publication-database.html/IFA-Benchmarking-of-Global-Energy-Efficiency-in-Ammonia-Production.html>.
18. Nielsen, J.S. Energy Efficiency Measures in Fertilizers Sites // IFA Technical Committee Meeting on "Energy Efficiency and CO2 Reduction, Prospects in Ammonia Production", Ho Chi Minh City, Viet Nam, 12-14 March 2007. [Электронный ресурс] <http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Publication-database.html/IFA-Benchmarking-of-Global-Energy-Efficiency-in-Ammonia-Production.html>
19. Гусева Т. В., Малков А. В., Молчанова Я. П., Бегак М. В. Справочные документы по наилучшим доступным технологиям: перспективы использования предприятиями химической промышленности // Химическая промышленность сегодня, 2010, №2. С. 6-17.
20. European Fertilizer Manufacturers Association Annual Report, 2008. [Электронный ресурс] <http://www.efma.org/documents/file/publications/EFMA%20Annual%20Report%202008.pdf>
21. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 2006.