

## INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

## VACUUM PUMP SYSTEMS FOR SECONDARY METALLURGICAL PROCESSES

Dorstewitz F.<sup>1</sup>, Dr. Eng., Head of Processing Equipment  
 Tembergen D.<sup>1</sup>, Mag. Eng., Head of Metallurgy

<sup>1</sup> SMS Mevac GmbH (Essen, Germany)

E-mail: dieter.tembergen@sms-mevac.com

**Abstract:** The following article describes the general technical requirements placed on vacuum pumps for secondary metallurgical plants. Vacuum treatment of liquid steel takes a prominent position among the various secondary metallurgical processes due to its versatile nature, especially in the production of high-quality steel grades. For generation of the required medium vacuum, efficient state-of-the-art secondary metallurgical plants use pump systems consisting of steam ejector pumps or mechanical vacuum pumps for the vacuum treatment of steel. To decide on which of these systems to use, it is necessary to also consider optimization of the overall system including any auxiliary equipment, in addition to the metallurgical task and the specific operating costs of the operating company. Distribution of vacuum facilities of VD and RH type worldwide in accordance with heat size during 1990–2010 is shown. Operation of the single-vessel RH plant at ArcelorMittal Eisenhüttenstadt, twin-tank VD facility Shanghai No. 1 are observed in this paper. Typical pressure reduction in a VD facility for degassing and typical pressure reduction for a steel grade to be decar-

burized in RH facilities are compared. Gas quantities arising for selected standard metallurgical operation (VD, VOD, RH, RH-O) and intake capacities of the steam injection vacuum pump and mechanical vacuum pumps at a pressure of 0.67 mbar are analyzed, including conversion factors for individual gases. Required plant components and auxiliary equipment as a function of the metallurgical process and of the vacuum pump system are presented. Operating and investing costs for using mechanical and steam-ejection vacuum pumps are estimated.

**Key words:** vacuum pumps, mechanical pumps, steam-ejection pumps, vacuum processing, chamber and circulation vacuum units, technical performance, stainless steel.

**References:**

1. Bruce, S.; Cleetham, V.; Legge, G.: stahl u. eisen 130 (2010) Nr. 11, S. 52/58.
2. Bruce, S.; Cleetham, V.; Legge, G.: Reducing energy demand and environmental emissions in secondary steel processing by using modular dry mechanical vacuum pumping systems, Proc. AISTech 2011, Indiana, USA, 2.–5. Mai 2011, S. 1377/87.
3. Bruce, S.; Cleetham, V.; Legge, G.; Villa, A.: Experience with dry vacuum pumping systems as applied to the VOD, VD-OB and RH processes for the production of stainless steel and ULC steels, Proc. 7th European Stainless Steel Conference, Como, Italien, 21.–23. Sept. 2011.

УДК 662.74 (063)

## КОКСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ПРОЦЕССЕ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

М. ФАРРЕНКОПФ\*

*На фоне двух юбилейных событий — 100 лет со дня основания Коксохимического комитета Института стали Общества немецких металлургов и 25 лет со дня образования Общества немецких специалистов в области коксования — состоялся 32-й симпозиум по технологии коксования. 29 и 30 ноября 2012 г. в Бохуме почти 250 специалистов представили доклады об историческом и современном развитии технологии коксохимического производства. Кроме того, в Немецком горнорудном музее была организована постоянно действующая выставка на эту тему.*

*Ключевые слова: коксохимическое производство, технология, инновационные технологии, производство стали, экономическое и техническое развитие, конференция, юбилей.*

30 ноября 2012 г. Комитет по коксованию Института стали Общества немецких металлургов отметил самый значимый юбилей: ровно 100 лет назад в Дортмунде Общество немецких металлургов

совместно с Обществом горнорудных интересов в горном округе Дортмунд учредили так называемую Комиссию по коксованию — предшественника современного Комитета по коксованию. По этому поводу 29 и 30 ноября 2012 г. почти 250 специалистов собрались на юбилейное заседание в Немецком горнорудном музее в Бохуме, организованном Комитетом по коксованию Института стали Общества немецких металлургов совместно с Обществом немецких специалистов в области

\* М. Фарренкопф, докт. философ. наук, Общее руководство Горно-историческим информационным центром, Немецкий горнорудный музей в Бохуме; michael.farrenkopf@bergbaumuseum.de

коксования. При этом одновременно отметили и второй юбилей: в 2012 г. Общество немецких специалистов в области коксования отметило свое 25-летие. В рамках проведения мероприятия в Немецком горнорудном музее была открыта долгожданная постоянно действующая выставка, освещающая этапы развития технологии коксования в период индустриализации.

### Юбилей и симпозиум

На открытии научной конференции — составной части 32-го симпозиума — с приветственным словом выступил председатель Комитета по коксованию Л. Неллес (Leo Nelles). Вслед за ним свой доклад, посвященный роли и значению стали в Германии, представил Х. Ю. Керкхофф (Hans Jurgen Kerkhoff), президент Экономического объединения «Сталь» и председатель Института стали Общества немецких металлургов. В своем выступлении он отметил особенности, которые характеризуют местоположение Германии как эффективного производителя стали и ее возможности в совершенствовании данного материала. Металлургия черных металлов и генерация немецких металлургических технологий и производства стали базируются на давних традициях, на основе которых можно прокладывать инновационные пути в будущем.

Показывая значимость цепочки создания добавленной стоимости в области стали для роста немецкой экономики в целом, Х. Ю. Керкхофф выступил за формирование нового технического мышления общества, позитивная посредническая роль которого должна стать в будущем важной задачей работы Объединения. Также он отметил, что технический работник, предприниматель, металлург должны выйти за границы своего предприятия и вступить в диалог с обществом. В конце концов речь идет об ответственности. Инновационные кластеры придают решающий импульс развитию цепочек создания добавленной стоимости. Где нет «строительного материала» для развития новых продуктов, необходимо искать новых партнеров и создавать с ними кооперацию. Сотрудничество с высшими учебными заведениями и исследовательскими институтами приобретает при этом большое значение [1].

Своим выступлением Х. Ю. Керкхофф подвел фундамент под первую исторически ориентированную часть заседания, которая была посвящена важнейшим этапам экономического и технического развития коксохимического производства в XX в. При этом были подробно проанализированы причины, мотивы и рамочные условия учреждения Комиссии по коксованию незадолго

до начала Первой мировой войны (профессор, доктор М. Раш, Дуйсбург). Учреждая этот орган, горнорудная промышленность и черная металлургия объединили в первую очередь свои интересы. И если металлурги как крупнейший потребитель кокса в период резких перемен в развитии техники хотели принимать участие в работе коксохимических предприятий, чтобы поставлять кокс высокого качества для своих доменных производств, то в планы Горнорудного объединения не входило раскрывать перед своим важнейшим заказчиком — черной металлургией — какие-либо аспекты в отношении добычи угля соответствующего качества и технологий его коксования, хотя последняя, по крайней мере в случае смешанных предприятий, имела доступ к информации Объединения и техническим показателям развития горнорудной отрасли [2]. В связи с этим потребовалась серьезная работа, в частности со стороны В. Волленвебера (Wilhelm Wollenweber), тогдашнего директора коксохимического производства и химических фабрик горнопромышленного общества Vereinigte Constantin der Große в Бохуме, и Э. Шрёттера (Emil Schrödter), директора Общества немецких металлургов, для реализации плана по основанию Комиссии по коксованию в 1912 г.

М. Фарренкопф (Michael Farrenkopf) рассмотрел период развития коксохимического производства до конца Второй мировой войны с точки зрения ключевых слов: рационализация, взаимодействие и поддержка разных предприятий и оборонная промышленность. Период развития коксохимического производства ФРГ, начиная с восстановления и до современного состояния, был представлен в докладе М. Хейна (Michael Hein) (Эссен). Наиболее динамичным периодом развития для немецкой коксохимической промышленности были 1920-е годы, когда по американскому примеру происходили широкомасштабные процессы концентрации горнорудных концернов и сооружение крупнотоннажных и центральных коксохимических производств с целью рационализации структуры отрасли. Учреждение весной 1926 г. компании Vereinigte Stahlwerke AG, владевшей большей частью шахт по добыче каменного угля в Рурской области, считается ярким примером процесса слияния, который перед лицом обострившейся международной конкуренции позволил выжить немецкой черной металлургии на второй стадии Веймарской Республики. В годы национал-социализма коксохимический сектор был форсированной частью в рамках государственного четырехлетнего плана военной экономики, причем расширение его производственных мощностей осуществлялось не в последнюю очередь за счет большого спроса со стороны гидро-

генизационных заводов для выпуска «немецкого бензина».

После окончания Второй мировой войны потребовались титанические усилия по устранению ущерба, нанесенного воздушными налетами союзников коксохимическим производствам. В результате уже на стыке 1952–1953 гг. был восстановлен довоенный уровень производства. В конце 1950-х годов, параллельно с кризисом сбыта угольной промышленности ФРГ началось непрерывное восстановление производства кокса, которое только недавно стабилизировалось на уровне примерно 10 млн. т/год.

Несмотря на то, что основные центры производства кокса в мире переместились в страны Азии и Южной Америки, оставшиеся в Германии пять коксохимических производств со своими большегрузными печами в полном объеме отвечают законодательным нормам в области охраны окружающей среды. Одновременно они выпускают высококачественный доменный кокс в оптимизированных с точки зрения экономики производства условиях, которые были достигнуты благодаря постоянному повышению уровня механизации и автоматизации агрегатов.

В течение всего XX в. совершенствование техники коксования было общей задачей предприятий, изготовителей оборудования и специализированных исследовательских учреждений. О том, что Комитет по коксованию, в котором в настоящее время активно представлены девять предприятий и европеизация которого будет продолжаться и в будущем, за последние 25 лет внес существенный вклад в расширение своего влияния и преследовал четко выраженные цели, отметил в своем докладе его руководитель Х. Б. Люнген (Hans Bodo Lungen).

В ходе заседания многочисленные представленные в обзоре темы были более глубоко проанализированы с разных точек зрения. Так, М. Масутх (Markus Masuth) рассмотрел историческое развитие немецкого производства коксующихся углей и их использование на примере когда-то последнего немецкого горнорудного коксохимического производства Prosper, которое в настоящее время принадлежит концерну ArcelorMittal. Производственную историю и современное состояние эксплуатируемого компанией Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH коксохимического производства Huckingen Х.-Б. Бекман (Heinz-Bernd Beckmann) подтвердил как процесс «неизбежного зла» для важной составной части интегрированно-го металлургического завода.

В дальнейшем в первую очередь рассматривались вопросы, касающиеся взаимосвязи между качеством кокса и производительностью доменной

печи, рынка коксующихся углей и перспективы его развития, а также новейшей истории и состояния НИОКР в области коксохимического производства. В заключение проанализировано современное состояние изготовителей оборудования для коксохимического производства в рыночных условиях. С точки зрения отрасли стабилизация (или лучше — развитие) наблюдаемого технического прогресса европейского машиностроения в сочетании с профессиональным менеджментом проектов по соблюдению сроков и затрат в средней и долгосрочной перспективе должны привести к тому, что отрасль и в будущем будет конкурентоспособной на трудных в настоящее время рынках.

П. Лисцио (Peter Liszio), председатель правления Общества немецких специалистов в области коксования, отметил возникновение и значение немецкого отраслевого объединения для коксохимического производства в течение последних 25 лет. Затем состоялось ежегодное присуждение премий, регулярно организуемое Обществом немецких специалистов в области коксования. Были награждены Б. Оттен (Bjoern Otten), Й. Оттен (Jens Otten), Гладбек (Gladbeck), за особые заслуги в области разработки и проектирования агрегатов для очистки коксового газа, а также медалью Кокера за выдающиеся профессиональные достижения в области коксования Ф. Хун (Friedrich Huhn), который после многих лет работы в компании DMT GmbH & Co. KG (Эссен) в настоящее время является руководителем направления технологического коксохимического оборудования.

### Открытие выставки

Ввиду особенного по сравнению с международной практикой экономического объединения горнодобывающей промышленности и коксохимического производства в немецком горном деле XX в. в высшей степени было естественным перенести юбилейное мероприятие в Немецкий горнорудный музей.

Еще во время основания музея в 1930 г. коксохимическое производство было основной частью первых выставок. Так, газета “Kölnische Zeitung” в своем издании от 5 июня 1932 г. писала о том, что отделение коксохимического производства благодаря превосходным и чрезвычайно дорогим моделям является достаточно наглядным. Различие между газовым заводом, который в основном ориентирован на добычу газа, и коксохимическим производством очевидно даже непрофессионалу [3]. В ходе снижающегося значения немецких горнорудных коксохимических производств, начиная с 1960-х годов, эта тема все больше отходила на второй план.

Вновь открытая в рамках юбилейного мероприятия выставка осознанно ограничивается периодом производства минерального кокса. Кроме двух витрин, наглядно демонстрирующих посетителю сам продукт, на выставке в хронологическом порядке представлено развитие технологии производства кокса, возникновение которой, как известно, связано с костром для выжигания угля Абрахама Дерби в начале XVIII в. Немецкий горнорудный музей, как было выявлено во время информационного поиска по выставке, очень быстро приобретал модели практически по всем основополагающим инновационным печным технологиям, поэтому они становились одним из главных центров оформления выставки.

Это утверждение кажется тем более справедливым, потому что модель печи Отто Хофмана, ознаменовавшей начало эры получения побочных продуктов в коксохимическом производстве, сама появилась в начале 1890-х, когда руководителем предприятия еще был основатель фирмы Карлос Отто. Очевидно, что с развитием печной технологии тесно связано немецкое коксохимическое машиностроение, которому выставка уделяет особое внимание, прежде всего в лице исторически значимых основателей соответствующих фирм (К. Отто, Г. Копперс и Карл Штиль). Предприятию ThyssenKrupp Uhde Немецкий горнорудный музей благодарен за предоставление для выставки бюста Генриха Копперса.

Бюсты К. Отто и Г. Копперса выставлены не только за их выдающиеся заслуги в области коксохимического машиностроения. Одновременно они демонстрируют их восхождение по иерархической лестнице экономической буржуазии горнорудной промышленности, представление о членстве которой стремилось к искусственно оформленной репрезентативности. Не в меньшей степени это относится и к Ю. Рютгерсу — основоположнику дегтярной промышленности XIX в.

На выставке представлен его портрет, который был позаимствован из архива компании Rütgers Germany GmbH, а в 2011 г. передан на долгосрочное хранение в горнорудный архив Немецкого горнорудного музея.

На выставке также представлены побочные продукты коксохимического производства, а также рабочее место оператора, которое представлено прежде всего презентацией типовых приборов обслуживающей бригады бывшего коксохимического производства Hansa в Дортмунде. Только величина этого набора инструментов формирует впечатление о трудностях, с которыми в течение длительного времени была связана эта профессия. Кроме того, на выставке можно посмотреть фильмы, которые позволяют посетителю получить представление о коксохимическом производстве как с исторической, так и современной точки зрения.

В силу ряда обстоятельств на выставке не представлены некоторые интересные темы, вследствие чего пришлось пойти на ряд компромиссов. В частности, это касается сохранения в зале двух крупногабаритных, не имеющих отношения к теме инсталляций, которые в будущем в рамках проводимой широкомасштабной программы по реформированию выставки будут удалены из экспозиции. Это предоставит возможность расширить и углубить тематику выставки. Уже имеется ряд интересных идей, которые включают соседний атриум в качестве свободной площадки Немецкого горнорудного музея. В настоящее время там размещаются оригинальные дверцы коксовых печей бывшего коксохимического производства Г. Роберта в Хамме. Немецкий горнорудный музей будет и дальше заниматься выставками, посвященными коксохимическому производству: в ближайшем будущем планируется выпустить каталог экспозиции, который будет постоянно актуализироваться. ЧМ

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

##### COKING TECHNOLOGY THROUGH THE AGES

Farrenkopf M.<sup>1</sup>, Dr. Phil., Director

<sup>1</sup> German Mining Museum (Bochum, Germany)

E-mail: michael.farrenkopf@bergbaumuseum.de

**Abstract:** The 32nd Symposium of Coking Technology focused on two anniversaries: 100 years of Coking Committee of the Steel Institute VDEh and 25 years of Association of German Coking Experts (VDKF). More than 250 professionals were informed in presentations occurred on 29 and 30 November, 2012 in Bochum, about historical developments and current trends in coking technology. Hans Jürgen Kerkhoff, President of the German Steel Federation and Chairman of the Steel In-

stitute VDEh, pleaded for a new general understanding of cokemaking technology. Other lectures were devoted to the history of cokemaking in Germany, to the main technological innovations during XX century, to restoration of production facilities in 1950-ies, to the hard work for meeting the environmental requirements at coking plants. The problems of interaction between coke quality and productivity of blast furnaces have been also discussed. The Coking Medal for outstanding contributions to the coking industry was awarded to several high-skilled specialists. In addition, a new permanent exhibition focusing on the same topic was opened at the German Mining Museum.

**Key words:** cokemaking, coke quality, Germany, history, coking technology, blast furnaces, German Mining Museum.