

А.Г. Веревкин (канд. техн. наук)

Отливки для крупнейшего производителя оборудования (мельниц, дробилок и др.) – холдинга Sandvik

Sandvik – крупнейший в мире холдинг по производству горнодобывающего и перерабатывающего оборудования, выпускающий современную продукцию (оборудование для разработки скального грунта, продукция из нержавеющей стали, специальные сплавы, термостойкие материалы и технологические системы) и занимающий лидирующее положение в мире в этой отрасли деятельности.

В группе компании Sandvik занято около 37 000 служащих, работающих на 130 производственных предприятиях в 15 странах мира. Годовой оборот концерна составляет в среднем около 6 миллиардов EURO.

Sandvik Materials Handling и Sandvik Rock Processing совместно обеспечивают рынок, прежде всего, дробильным оборудованием, грохотами для карьерных, строительных и горнодобывающих работ. Сегодня преобладающим изделием в программе производства являются камнедробилки, которые изготавливаются уже в течение более 100 лет. К настоящему времени на предприятии было изготовлено свыше 12000 камнедробилок различных типов и размеров. Ассортимент продукции включает полный спектр конусных дробилок, щековых дробилок, дробилок ударного действия, мобильных дробилок, сортировочных установок, а также большой выбор питателей и грохотов.

Sandvik Mining and Construction – один из трех основных бизнес-секторов группы Sandvik, который является ведущим поставщиком оборудования для бурения и выемки, инструментов и услуг для горной и строительной промышленности. Годовой оборот продаж в данной области составляет примерно 1,7 миллиардов EURO, количество служащих – около 9000 человек. В объединение Sandvik Mining and Construction входят семь подразделений, в которых заняты компании Sandvik Materials Handling, Sandvik Tamrock, Sandvik Rock Processing, Sandvik Tools, Drellteck Mission, VAB и EIMCO LLC.

Оборудование производится в шведских городах Svedala и Abra, а также во французском городе Chauny и поставляется через торговые и сервисные организации во всем мире.

В СНГ поставляется оборудование подразделения Sandvik Mining and Construction (SMC), являющегося частью концерна Sandvik. В номенклатуру поставляемых изделий входят, в том числе, буровые установки для подземных и открытых работ, подземные погрузо-доставочные машины (ПДМ) и автосамосвалы, гидромолоты и измельчители, буровой инструмент, оборудование для добычи каменных блоков, подземные комбайны, дробильное оборудование, системы для обращения с сыпучими материалами и т.д.

На рынке СНГ Sandvik представлен уже более 30 лет и им поставлено свыше 3000 единиц оборудования.

Качество продукции концерна Sandvik основывается на длительном опыте изготовления и строгом контроле качества. Вся продукция отвечает требованиям стандарта ISO 9001 и имеет разрешение на эксплуатацию ГОСГОРТЕХНАДЗОРА.

В оборудовании, например мельницах и дробилках, основную долю по массе составляют литые детали. Поэтому известное во всем мире качество оборудования Sandvik было бы невозможно без высокотехнологичного литейного производства, где изготавливаются отливки, детали для горно-шахтного оборудования. Литейное предприятие концерна находится в г. Svedala, в Швеции, максимальная производительность которого составляет 12000 т отливок в год при 3-х сменной работе. Литейное предприятие также входит в состав концерна Sandvik с 2001 г. Работая только на свой концерн и не чувствуя особой конкуренции, сотрудники завода гостеприимны и уже встретили около 10 делегаций из СНГ для передачи опыта по вакуумно-пленочной формовке. В литейном производстве занято всего 120 человек, включая 20 специалистов ИТР и специалистов со среднетехническим образованием, но этого достаточно, чтобы обеспечить мощности всего концерна высококачественными отливками.

Основная производственная программа – литые заготовки для горно-шахтного оборудования: от мелких отливок до отливок массой до 12 тонн, толщина стенок – от 10 до 300 мм, более 80% производимых отливок – марганцовистая сталь типа 110Г13Л, остальное литье изготавливается из углеродистых и низколегированных марок сталей.

Три шага модернизации – три линии по вакуум-процессу

В 1940 – 1950-е гг. отливки, как и везде, изготавливались только в «сырых» песчано-глинистых формах с использованием в качестве связующего бентонита на встряхивающих прессовых машинах. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. некоторые формы стали изготавливать из самотвердеющей формовочной смеси на масляном крепителе, для сушки форм была предусмотрена сушильная печь. 1970-е гг. – время внедрения холоднотвердеющих смесей (ХТС) на основе фурановой смолы, но обязательно при сохранении производства с бентонитовыми «сырыми» смесями.

В начале 1980-х гг. предприятие начинает вести активные работы по наладке производства по технологии вакуумно-пленочной формовки (ВПФ) или V-



Рис. 1. Склад деревянных моделей для V-процесса



Рис. 2. Деревянные модели для отливки «дробилка» и посетители с заводов РФ



Рис. 3. Модель верха отливки «дробилка»

процесса. В процессе анализа изучен опыт многих предприятий по изготовлению различных стальных отливок, в том числе крупных. Результаты современных исследований и перспективные шаги по модернизации заводов были проанализированы, а соответствующие результаты легли в основу вывода о бесспорном приоритете V-процесса.

Руководители литейного производства концерна Sandvik поддержали идею о том, что инвестиции в новое и более совершенное оборудование и технологии необходимы, что гарантирует дальнейший бесспорный «прорыв». Поэтому модернизация существующего оборудования завода в 1980-е гг. явилась наилучшим и экономичным путем для существенного улучшения качества продукции и повышения производительности предприятия. С этой целью Sandvik приобретает у компании Генрих Вагнер Синто (HWS) одну формовочную машину с размером опок 1250x1250x300/750 мм. Этап отработки технологии не обходится без некоторых сложностей: при освоении технологии были проведены эксперименты с типами пленки и краски, а также определен уровень вакуума (упрочнение формы) при заливке. В этот период завод выпускает уже 15% годного литья именно по новой для себя технологии – V-процессу (вакуум-процесс).

В 1998 г. начинается второй этап модернизации. С пуском в действие второй формовочной линии с принципом работы по V-процессу и размерами опок 2400x2400x900/900, 2400x2400x500/900, 2000x2000x500/900 и 2000x2000x900/900 мм для производства крупных форм уже около 70% отливок на заводе Sandvik изготавливают именно по вакуум-технологии. Параллельно в старом цехе пока еще ис-

пользуется встряхивающая прессовая машины для изготовления сырых песчано-глинистых форм.

В 2000 г. стало возможно окончательно и полностью перевести производство на вакуумно-пленочный формовочный процесс. Этот период стал третьим, завершающим этапом модернизации. Была демонтирована последняя встряхивающая машина и закуплена третья формовочная линия HWS с размерами опок 1450x1450x300/750 мм и 1450x1450x750/300 мм. Вакуумная станция увеличена до 4-х насосов, работающих постоянно, один оставлен в резерве. В это же время комплекс оборудования был укомплектован агрегатом аварийного отключения электроэнергии.

Весь опочный парк разработан и произведен компанией Sandvik по чертежам фирмы HWS. По сравнению с песчано-глинистой формовкой ВПФ обеспечивает снижение себестоимости литья на 20–25%. Также существенно уменьшаются трудозатраты на очистку отливок, значительно сокращается металлоемкость литниковой системы, стержни устанавливаются непосредственно на модельной оснастке. Модельная оснастка, в основном, деревянная, подмодельные плиты – из влагостойкой фанеры. На складе модельной оснастки хранится 2500 моделей. Склад оборудован системой «климат-контроль» (рис.1 – 3).

Затраты на пленку и краску составляют незначительную сумму в себестоимости литья (менее 9 \$ на тонну отливок). Та же структура затрат сейчас на предприятиях России, которые запустили линии HWS по вакуум-процессу, что легко проверить. На сложных отливках, склонных к образованию горячих трещин, сразу после заливки (рис.4, 5) снимают вакуум для обеспечения свободной усадки металла.



Рис. 4. Вид на участок заливки



Рис. 5. Заливка форм



Рис. 6. Готовая полуформа



Рис. 7. Сборка формы отливки «конус»



Рис. 8. Сборка формы с прибылями



Рис. 9. Крупные отливки после дробе-метной очистки



Рис. 10. Отливки после выбивки



Рис. 11. Погрузка отливок

Вывод исследований завода:

Самые дешевые по текущим затратам на изготовление и самые качественные стальные отливки изготавливают по V-процессу.

Преимущества технологии и линий вакуумной формовки:

- заполняемость формы металлом при заливке выше на 30%, чем при сырой формовке (доказано на пробах по жидкотекучести);
- форма (рис.6 – 8) обеспечивает минимальную температуру заливки металла за счет высокой заполняемости и теплоемкости;
- самая низкая себестоимость отливок (на 25–30% дешевле отливок по ПГС) и в «разы» дешевле аналогичных отливок по ХТС (Фуран или Альфа-сет);
- превосходное качество поверхности отливок без доводок (шероховатость около 100 мкм для отливок из стали, для других отливок достигается R_z -

70 и даже чище (рис.9 – 11);

- нет традиционной системы смесеприготовления, достаточно транспортных операций с сухим песком (только обеспылевание и охлаждение песка);
- нет системы регенерации смеси и отходов, экологичность;
- особо точные геометрические размеры, плоскостность и ребра отливок;
- минимальные допуски на механообработку отливок;
- возможность изготовления тонкостенных стальных отливок;
- точное воспроизведение форм и маркировок;
- возможность обеспечения формовочного уклона до 0 градусов или отрицательных уклонов с помощью съемных частей модели;
- длительный срок службы моделей, низкий износ моделей, изготовленных обычно из пластмассы или дерева, нет контакта песка с моделью (только с пленкой, что исключает износ (рис.12 – 15);



Рис. 12. Подвод и нагрев пленки по V-процессу



Рис. 13. Наложение пленки на модель



Рис. 14. Полуформа низа после окраски



Рис. 15. Окраска формы из безвоздушного распылителя



Рис. 16. Первый этап сборки дробилки Hydrocone®



Рис. 17. Готовая дробилка Hydrocone®

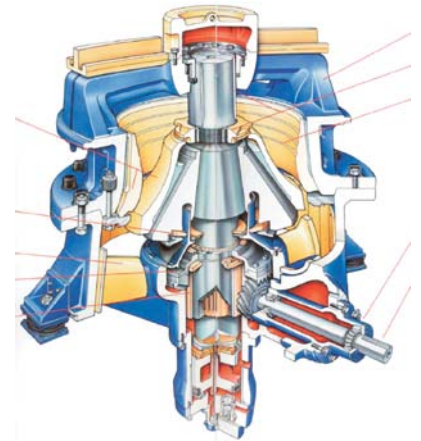


Рис. 18. Дробилка Hydrocone® в разрезе

- минимальный расход заливаемых материалов, меньше прибыли и т.д.;
- качество поверхности отличное, не требует дополнительной финишной обработки;
- существенное уменьшение условий для «горячих трещин»;
- возможность выбивки отливок при высоких температурах;
- по V-процессу меньше затрат на термообработку;
- нет необходимости в специальном обучении персонала.

Необходимо также отметить, что годы исследований в области металлургии и литейных технологий и изучения свойств материалов, а также обширный опыт, накопленный при эксплуатации, дают возможность компании Sandvik создавать оптимальные изделия, отвечающие требованиям заказчиков. Для достижения оптимальной эффективности и безопасности компания Sandvik разработала целый ряд запасных и изнашиваемых частей из высокоизносостойких материалов для работы в тяжелых условиях горнодобывающего и строительного производственного процессов. Это дает возможность:

- увеличить срок службы технологических систем;
- уменьшить время простоя;
- повысить безопасность;
- увеличить производительность, повышая, таким образом, доходность предприятия.

Успешные результаты достигаются благодаря следующим факторам:

- отсутствию предпочтения какой-либо компании, так как Sandvik не зависит от сторонних изготовителей;
- тесным производственным взаимоотношениям со всеми основными изготовителями оборудования для горнодобывающей отрасли;
- доступу к международной базе данных по наличию оборудования на рынках;
- обширному опыту проектирования, технического обслуживания и работы в горной и энергетической отраслях промышленности;
- глубокому пониманию процессов разработки инновационного оборудования;

- большими возможностями в области проектирования;
- наличием крупных действующих контрактов на поставку готовой продукции.

На некоторых рынках, где традиционно представлена компания Sandvik Rock Processing, например на азиатском, в последнее время отмечается повышенная активность. Большие инвестиции сделаны в горную промышленность, а также в развитие инфраструктуры дамб, автомобильных и железных дорог. В Европе при поддержке ЕС сделаны значительные инвестиции, например в систему автодорог Испании.

Хорошие отливки – отличная продукция машиностроения

После того, как турецкая компания Özaltın Insaat была выбрана для строительства дамбы в Иордании, она начала поиск поставщика, способного оказать помощь в осуществлении комплектной поставки дробильного оборудования, а также обеспечить надежную техническую поддержку. Sandvik, обладающий значительным опытом в проведении данного вида строительных работ, оказался наиболее подходящим вариантом. Поставленное дробильное оборудование состоит из двух щековых дробилок Jawmaster™ 1211, двух конусных дробилок Hydrocone® H6800 (рис. 16 – 18) и трех дробилок ударного действия Merlin-VSI® RP 109. Руководитель проекта компании Özaltın очень удовлетворен сделанным выбором: «Компания Sandvik реализовала этот проект очень профессионально и со знанием дела – с самого начала и до пуска объекта в эксплуатацию. Она успешно завершила каждую очередь проекта благодаря огромному опыту и непревзойденному «ноу-хау» в области комплексного строительства дробильных фабрик».

В августе 2003 г. концерн Mota-Engil ввел в эксплуатацию новый карьер, расположенный в Тондела, Португалия. Для нового карьера поставлена дробильно-сортировочная фабрика Sandvik Rock Processing, предназначенная для производства заполнителя для бетона и асфальта, а также щебня для нижнего слоя дорожного покрытия. Компания Mota-Engil является крупнейшей строительной компанией Португалии и ведет разработку 12 карьеров в самой Португалии, а так-

же в Африке (Ангола, Мозамбик, Гана, Бенин, Малави, Чад), в Южной Америке (Аргентина, Перу), в Восточной Европе (Польша, Венгрия, Чехия) и в США. Г-н Пауло Празерес, представитель Sandvik Rock Processing, говорит: «Разумеется, мы обеспечили компании Mota-Engil первоклассное сервисное обслуживание. Производительность фабрики Тодела в точности равна обещанной. Мы начали устанавливать оборудование в июне 2003 г. и закончили в августе того же года еще до начала работ в карьере». Вот мнение г-на Фернандо Сивейра, исполнительного директора по эксплуатации карьеров компании Mota-Engil в Португалии: «Качество и цена явились основными факторами, определившими решение компании выбрать в качестве поставщика оборудования Sandvik Rock Processing».

Sandvik Rock Processing – один из крупнейших поставщиков оборудования компании Piesberger Steinindustrie. На протяжении столетий Пизберг (Оснабрюк) в Германии был известен как сырьевая база полезных ископаемых. Согласно документам добыча угля в Пизберге ведется с 1461 г. С 1832 г. фирма Klöckner добывала в Пизберге угольный кварцит, являющийся ценным сырьем для строительной промышленности. Дробилки Hydrocone® эксплуатируются в Пизберге еще с 1985 г. Когда в ноябре 2001 г. на данном предприятии начался этап планирования использования новых крупных инвестиций, испытательная лаборатория в г.Сведала (Швеция) провела широкомасштабные испытания добываемого исходного материала с тем, чтобы точно определить грансостав продукта разгрузки новых дробилок Hydrocone®. Г-н Андре Фукс, ответственный сотрудник отдела продаж, подвел итоги: «В апреле 2002 г. Sandvik получил контракт на поставку четырех дробилок среднего дробления. На решение заказчика повлиял тот факт, что на протяжении многих лет Пизберг успешно эксплуатировал дробилки Hydrocone®, для которых было организовано снабжение запчастями и обслуживание со склада в г.Эссен. Кроме того, данное решение отражает высокую степень доверия сотрудникам нашего концерна, удовлетворенность заказчика качеством серийного производства дробилок Hydrocone® в г.Сведала, а также гибкостью производителя в выборе различных дробильных камер и подъемных устройств для максимального облегчения работы оператора. Последним, но от этого не менее важным, является тот фактор, что оптимизированный дизайн дробильной камеры снижает затраты по износу, а также увеличивает срок службы дробилки при максимальном коэффициенте технической готовности».

В Санкт-Петербурге, Москве и областях активно ведется строительство. В Санкт-Петербурге реконструированы многие дороги, а вокруг города построены новые кольцевые дороги. Более того, в России, благодаря возросшему значению логистики, развивается сеть железных дорог. Все это, разумеется, означает повышенный спрос на качественный щебень и бетон.

За последние годы Sandvik Rock Processing поставил на российский рынок целый ряд мобильных дробильно-сортировочных установок. Например, первые

две высококомобильные установки Roadclassifier™ H3800 для стадии мелкого дробления были поставлены в Санкт-Петербург для асфальтобетонных заводов два года назад.

Такое оборудование прежде не использовалось в России, однако благодаря успешному его внедрению Sandvik Rock Processing получил возможность поставить еще несколько установок Roadclassifier™ на российский рынок.

Деятельность по развитию инфраструктуры отмечается в следующих регионах:

Северо-Восточный регион России

Sandvik Rock Processing поставил крупнейшей дорожно-строительной компании на северо-востоке России – АБЗ ВАД – первые установки на гусеничном ходу для двухстадийного дробления и сортировки, аналогов которым в России не было. Оборудование включает дробилки Crawlmaster™ 1208, Crawlmaster™ S3800, Crawlmaster™ 716, а также грохот на гусеничном ходу с конвейером Scorpion™. Фабрика перерабатывает очень твердую породу (габбро/диабаз) для получения трех фракций: 0–5, 5–20 и 20–70 мм при производительности более 300 т/ч.

Республика Карелия

Двухстадийная дробильно-сортировочная фабрика, состоящая из дробилок Sandvik Jawmaster™ 1211 и Hydrocone® H6800, работает на предприятии «Гранитная Гора» в Карелии. «Гранитная Гора», поставляющая щебень строительным компаниям в Москве, начала разработку нового гранитного карьера в Карелии. Применяя двухстадийный процесс дробления, они производят три продукта: 0–5, 5–20 и 20–70 мм. Материал 20–70 мм транспортируется в Москву по железной дороге для дорабления до 5–20 мм. Производительность фабрики – 450 т/ч. Недавно «Гранитная Гора» также инвестировала средства в Sandvik Roadclassifier™ для получения качественного материала 5–20 мм.

Недавно Sandvik начал производство первой из новой серии дробилок, специально предназначенных для открытых разработок и переработки вторичного сырья. Серия называется REAL™, а первая дробилка – это REAL™ J11. Она компактна, легко устанавливается, имеет небольшую массу и пригодна для работы с мобильными установками. REAL™ J11 имеет отличное соотношение цена/качество. Кроме того, эти дробилки предлагает компания Sandvik – надежный поставщик с отличной репутацией в области производства оборудования для переработки породы.

Новая дробилка Hydrocone® H7800 предназначена для переработки наиболее твердых минералов на рудниках и перерабатывающих фабриках. При значительно большей производительности и меньших производственных затратах модель H7800 представляет собой оптимальную замену 7-футовых дробилок, а производит на 50% больше. С помощью «интеллектуальной» системы управления можно достичь ранее невиданного уровня эффективности производства.

Особенностью предлагаемых изделий является то, что они по-настоящему инновационные и обладают

уникальными, присущими только им характеристиками. Они тщательно разработаны, чтобы соответствовать потребностям рынка и гарантировать увеличение рентабельности производства. Еще одним достоинством является то, что заказчикам теперь не обязательно иметь машины Sandvik, чтобы применять наши износозащитные изделия. Г-н Йохан Ренмаркер, менеджер направления «Износозащита», поясняет: «Работая творчески, без ухудшения конструкции и подбирая материал, Sandvik может предложить удобные в использовании производственные изделия, которые оптимизируют технологический процесс заказчиков».

В прошлом году компания Sandvik Rock Processing выиграла крупный контракт на поставку десяти дробилок Merlin-VSI® RP109 на АО ССГПО (АО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение») в Казахстане. АО ССГПО расположено в северо-западной части Казахстана и является одним из крупнейших производителей железной руды в СНГ, производя ежегодно свыше 37 млн. т руды, из которых 9 млн.т составляют железнорудные окатыши. Объединение имеет крупных заказчиков в Казахстане, России и Китае.

АО ССГПО (Казахстан) требовалась модернизация существующего цикла рудоподготовки и обогатительной фабрики, что позволило бы повысить производительность до фабрики окомкования. После долгих и упорных переговоров между АО ССГПО и Sandvik Rock Processing, на которых заказчик предъявлял жесткие требования к эксплуатационным характеристикам оборудования, Sandvik Rock Processing установил десять дробилок Merlin-VSI® RP109 с целью обеспечить стержневые мельницы питанием меньшей крупности, чем было до этого.

Это, в свою очередь, привело к следующим улучшениям в работе стержневых и шаровых мельниц:

- меньшее время удержания материала в шаровой мельнице;
- возможность уменьшить шаровую загрузку мельницы;
- снижение расхода электроэнергии на тонну измельчаемого продукта;
- увеличение производительности мельниц.

Полномасштабное производство началось в марте 2004 г., и на сегодняшний день каждая из 10 дробилок в среднем отработала по 3000 ч (первые 4 месяца эксплуатации). Дробилки подтвердили свою репутацию надежных, прочных, легких в обслуживании машин, что является доказательством того, что Sandvik Rock Processing обладает лучшей в мире технологией самодробления с помощью дробилок ударного действия с вертикальным валом. Сделанная инвестиция и модернизация оборудования на АО ССГПО упрочило положение предприятия в качестве одного из ведущих мировых производителей высококачественного железорудного концентрата и привело к реальному снижению производственных затрат.

Sandvik Rock Processing продолжит тесное сотрудничество с АО ССГПО для дальнейшего повышения эффективности дробильной фабрики, обеспечивая, таким образом, долгосрочные преимущества.

Производственные подразделения Sandvik Rock Processing базируется на прочных традициях технического развития, производства и технологического «ноу-хау», имеющие более чем столетнюю историю производства дробилок, быстроизнашиваемых и запасных частей, конвейеров, мобильных установок и сортировочного оборудования.

Sandvik Rock Processing является производственным подразделением объединения Sandvik Mining and Construction, которое, в свою очередь, входит в состав высокотехнологической инжиниринговой группы Sandvik и производит изделия, оказывает услуги предприятиям горной и строительной отрасли, включая дробилки, грохоты, питатели, мобильные дробилки и сортировочные станции.

Заключение

Сандвик добился прекрасных результатов бизнеса, опираясь на гарантированный базис – качественные отливки, получаемые на самом современном литейном оборудовании по вакуум-процессу.

Конечно, кроме исследования опыта такого безусловного лидера машиностроения не менее важно знать, что происходит в настоящее время на территории СНГ в области освоения новейших литейных формовочных линий, так как есть результаты модернизации наших заводов, аналогичные «шведскому чуду».

Один из примеров активной модернизации – завод КАМАЗ. Так, КАМАЗ в мае 2004 г. запустил первую современную формовочную линию HWS (Генрих Вагнер Синто, 70 форм/ч, опока 1500x1100x400 мм), а уже в 2005 г. смонтирована и запускается вторая линия (100 форм/ч, 1100x750x300 мм). На КАМАЗе выбрана современная технология формования – воздушный поток + прессование (СЕЙАТСУ), так как она оптимальна для изготовления данной номенклатуры отливок.

Второй пример эффективной модернизации производства – внедрение новейшей и современной в техническом исполнении технологии вакуумно-пленочной формовки. В первом квартале 2005 г. сразу два завода одновременно запустили линии по производству чугунных ванн и достигли нулевого уровня брака по вине форм – это новые лидеры литейного производства России – Кировский завод (г.Киров, Калужская обл.) и «УНИВЕРСАЛ» (г. Новокузнецк). Опока 2000x1250x750/200 мм, 45 форм в час.

Третий пример более масштабной и грандиозной модернизации литейного производства, даже в сравнении с годами индустриализации страны, – это монтаж в 2005 г. сразу двух огромных автоматических линий вакуумно-пленочной формовки для стальных отливок (опоки 3000x1800x500 мм и 3500x2500x500/7500/900/1250 мм) на Сумском «Центролите» (г.Сумы, Украина) и, конечно, монтаж и запуск второй линии вакуумно-пленочной формовки (опоки 3000x1800x500 мм) в г.Чебоксары на заводе «ПРО-МЛИТ», где уже с декабря 2004 г. работает первая установка по вакуум-процессу фирмы HWS (Генрих Вагнер Синто, опока 3000x1800x500 мм).