



*The experience of design and construction of micro factory which is focused on production of building bar is briefly stated.*

А. Б. СТЕБЛОВ, С. Н. БЕРЕЗОВ, М. М. ТАИРБЕКОВ, ООО «Литон Технологии»,  
И. В. ДУБРОВА, ООО «Строительные ресурсы»

УДК 669.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО МИКРОЗАВОДА

Сегодня строительная арматура успешно реализуется по цене 26–31 тыс. рос. руб., независимо от того, где она была выпущена: крупными металлургическими комбинатами или вновь вводимыми мини-заводами. В настоящее время некоторые торгующие металлом организации и частные компании по заготовке лома принимают решение о строительстве собственных металлопрокатных заводов небольшой мощности. Появились проекты по производству арматуры и других профилей от 30 до 100 тыс. т в год.

В данной статье кратко изложен опыт проектирования и строительства (генеральный подрядчик ООО «ЛИТОН») микрозавода, который в качестве основной продукции ориентирован на строительную арматуру, однако он может гибко перестроиться на выпуск любого вида металлопроката, эквивалентного кругам диаметром 6–80 мм в прутках длиной 4–12 м или в бунтах массой 0,15–1500 кг. При временном ослаблении рынка металлопроката завод может также выпускать непрерывнолитую заготовку сечением 100×100 мм, которая постоянно востребована.

Завод использует современные ресурсосберегающие технологии, в том числе разработанные ООО «Литон Технологии», унифицированное и нестандартное металлургическое оборудование, технологии рециклинга и утилизации вторичных отходов.

В данном проекте использован опыт работы по мини-заводам белорусской школы металлургов кафедры «Металлургические технологии» БНТУ [1, 2] и опыт проектной и конструкторской работы ООО «ЛИТОН», в составе которого работают проектный и конструкторский отделы и коллектив технологов, прошедших школу передовых металлургических заводов СНГ.

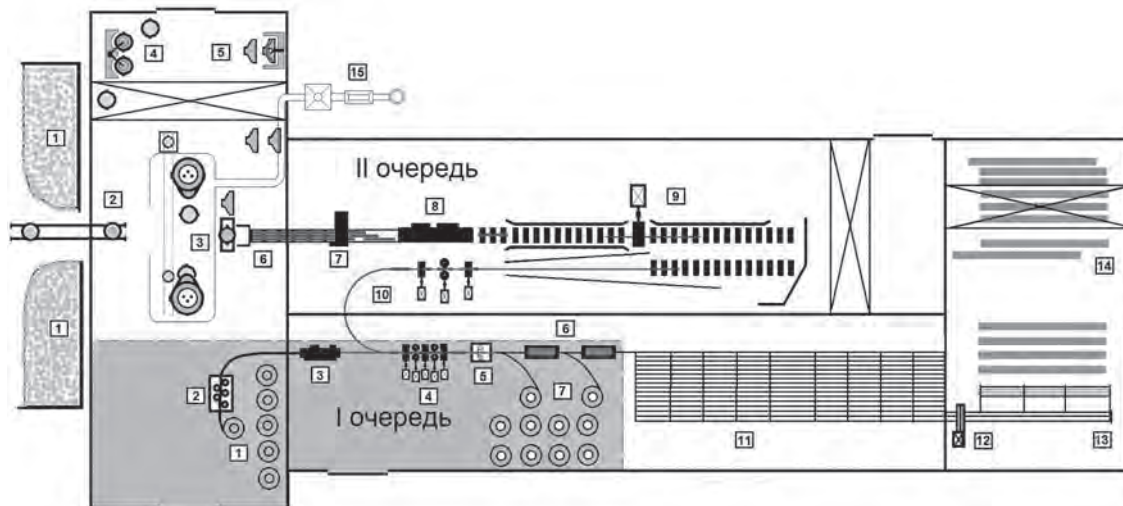
Микрозавод был спроектирован с расчетом строительства в два этапа. Весь микрозавод располагается в 4-пролетном здании общей площадью 3628 м<sup>2</sup> (см. рисунок). Сталеплавильный пролет имеет размеры 18×46 м, два прокатных пролета по 18×60 м и пролет отгрузки размером 18×36 м. Общая площадь завода составляет 0,5 га. Строительство завода осуществлялось в два этапа.

**1 очередь строительства.** Комплекс оборудования первой очереди позволяет выпускать горячекатаную и термомеханически упрочненную арматуру класса А400С, А500С(сп) диаметром 6,0–16,0 мм по ГОСТ Р52544. Стоимость поставленного из Китая оборудования без транспортных расходов составляет 410 тыс. долл. США.

**Исходный материал.** Подкат диаметром 10–16 мм, гладкий, в бунтах массой 200–1500 кг из углеродистой стали Ст3сп/пс по ГОСТ 380.

**Технология производства.** Бунт катанки диаметром 10–16 мм устанавливается на разматыватель 1, затем проходит правильное устройство 2, совмещенное с устройством удаления окалины, и поступает в индукционный нагреватель 3, в котором нагревается до температуры деформации 950–1000 °С со скоростью до 0,81 м/с. Мощность установки 1200 кВт. В состав оборудования также входит установка для сварки концов подката, что позволяет получать на выходе бунт заданной массы.

Нагретый металл задается в первую деформационную клетку с диаметром валков 150 мм и последовательно проходит 3–5 деформационных клеток 4. После выхода из чистой клетки, где наносится профиль, готовая арматура диаметром 12–16 мм, соответствующая ГОСТ Р52544, поступает в секцию водяного охлаждения 6, затем на моталку Гаррета 7, где сматывается в бунт. При получении профиля арматуры диаметром 16 мм ис-



Планировка ЛПК для производства строительной арматуры объемом 50 тыс. т в год: *I очередь*: 1 – размотка бунта катанки; 2 – окалиноломатель; 3 – установка ТВЧ; 4 – пятиклетьевого стан диаметром 150 мм; 5 – скоростные ножницы; 6 – установка водяного охлаждения; 7 – моталки; *II очередь*: 1 – участок хранения и загрузки лома; 2 – тележка и корзина с ломом; 3 – плавильный участок; 4 – участок разогрева сталеразливочных ковшей; 5 – участок разогрева промежуточных ковшей; 6 – МНЛЗ; 7 – ножницы МНЛЗ; 8 – установка ТВЧ; 9 – реверсивный стан диаметром 320 мм; 10 – трехклетьевого стан диаметром 220 мм; 11 – воздушный холодильник; 12 – ножницы холодной резки; 13 – пакетировщик; 14 – склад арматуры; 15 – газоочистка

пользуется гладкий подкат диаметром 16 мм с плюсовым допуском и в чистой клетке в один проход наносится профиль. Поперечное сечение готовой арматуры соответствует размерам ГОСТ Р52544 с минусовым допуском от номинала. Установка водяного охлаждения имеет длину и подводимый объем воды, достаточный для получения требуемых свойств готовой арматуры. Готовый бунт после охлаждения взвешивается, маркируется и направляется на отгрузку. От готового бунта отбираются пробы для проведения механических испытаний и контроля геометрических параметров. Используются два варианта производства арматуры в зависимости от химического состава исходного подката: горячекатаная класса А400С без использования установки термоупрочнения и термически упрочненная на класс А500С. Проводится статистический контроль механических свойств проката.

Использованы два варианта калибровки:

1. Получение арматуры нужного диаметра из подката, большего по диаметру в 1,28–1,5 раза.
2. Использование гладкого подката диаметром 16 мм с прокаткой слитинг-процессом в две нити с разделением в неприводной 4-валковой делительной кассете [3].

Комплекс оборудования позволяет получать строительную арматуру в бунтах, которая является востребованной в крупнопанельном строительстве [4]. Освоено производство других видов продукции эквивалентной площади в виде квадрата, шестигранника, узкой полосы. В первый год освоения

объем производства составил 11500 т с выходом на полную мощность 30 тыс. т через 16 мес после начала строительства. Общее количество персонала на участке – четыре человека в смену при работе по трехбригадному графику по 12 часов. Проект окупается через 2,9 года после подписания договора на финансирование.

**II очередь строительства.** На втором этапе выполнен монтаж оборудования для производства арматуры, прокатываемой из непрерывнолитой заготовки. На участке размером 18×50 м установлены две печи постоянного тока ДППТ-5 с мощностью трансформатора 2,5 МВа. Первоначально была установлена одна плавильная печь. Выпуск металла производится в нагретый сталеразливочный ковш, слив шлака – в шлаковню, которая потом поднимается из-под печи краном и вывозится из цеха шлаковозом. Лом в ДППТ загружается с помощью крана. Корзина с ломом транспортируется в цех на передаточной тележке. В качестве шихты в ДППТ поступает подготовленный лом 3А, 5А и до 30% стружки. Отходящие газы от ДППТ и участка сушки ковшей проходят через установку очистки газов 15.

В этом же пролете установлена радиальная МНЛЗ 6 радиусом 3 м. Количество кристаллизаторов – два и один резервный. Сечение разливаемых заготовок от 60×60 до 100×100 мм. Скорость разлива низкоуглеродистой стали 2,5–3,4 м/мин.

Участок подготовки сушки и разогрева сталеразливочных ковшей и промежуточных ковшей для МНЛЗ находится в этом же пролете. Нагрев

футеровки ковшей до 900–1100 °С осуществляется газовыми или мазутными горелками. Заготовка из МНЛЗ режется на мерные длины гидравлическими ножницами 7 и проходит установку индукционного подогрева. Мощность установки 2400 кВт. После подогрева заготовка поступает в реверсивную обжимную клетку диаметром 320 мм 9, в которой прокатывается за 5–7 проходов до диаметра 36–42 мм и далее передается в промежуточную группу клетей 10. После промежуточной группы раскат по обводному аппарату передается в пролет, где установлены чистовая группа клетей и оборудование I очереди. Готовая арматура охлаждается на воздушном холодильнике 11, режется на мерные длины ножницами холодной резки 12 и пакетируется в пачки 13. После обвязки в пачках по 1,5–3,0 т готовая арматура отгружается потребителям со склада 14.

Стоимость оборудования II очереди с учетом транспортировки и таможенных затрат составила 2973 тыс. долл. США. В эту стоимость входит также стоимость ковшей, шлаковых чаш и двух единиц загрузочной и транспортной техники. Часть вспомогательного оборудования и оснастки изготовлены по собственным РКД на российских заводах металлоконструкций.

Общее время от загрузки лома до отгрузки проката на склад составляет не более 2 ч. Обслуживает минизавод технологический персонал, состоящий из 13 человек в смену, включая лаборанта экспресс-анализа металла. В утреннюю смену работают еще семь человек ИТР, включая два человека вальцетокарной мастерской. Итого по штатному расписанию 3-бригадного графика по 12 часов работают 46 человек. Ряд персонала осуществ-

ляют функции смежных специальностей, включая электрика и механика для оперативной работы. Крупные ремонтные работы по графику проводятся привлекаемыми со стороны бригадами. В зависимости от реальной ситуации с обеспечением ломом и подкатом продукция производится на оборудовании I или II очереди.

Общие затраты на завод (I и II очередь), включая проектирование, строительство зданий, монтаж и запуск оборудования, составили 5736 тыс. долл. США. В эту стоимость не входят подстанция 6/0.4 Кв, газораспределительная, установка разделения воздуха. Кислород, инертные газы, обожженная известь на первом этапе закупается, но после полной окупаемости проекта предусматривается строительство этих объектов, включая установку автономного обеспечения своей электроэнергией. Предполагается организация сушки и подогрева лома до 650 °С газовыми или мазутными горелками. Обогрев помещения в зимнее время и обеспечение горячей водой осуществляются от теплоагрегатов, использующих отработанное масло или альтернативные виды топлива. Образующейся шлак, окалина, пыль газоочистки, бой огнеупоров перерабатываются для вторичного использования в собственном производстве, а также частично реализуются как товарная продукция. Дополнительные затраты, необходимые для закупки сырья и материалов, запасных частей, оплаты текущих затрат на запуск завода, составили 1676 тыс. долл. США.

Проект при условиях собственной заготовки лома в объеме 10 тыс. т в год и закупки 46 тыс. т лома 3А и 5А по рыночным ценам окупается за 3,2 года.

### Литература

1. Тимошпольский В. И., Стеблов А. Б., Грибановский Н. Г. Инновационные особенности металлургических микрозаводов // Наука и инновации. 2004. № 11 (21). С. 42–49.
2. Стеблов А. Б., Ленартович Д. В. Эффективное использование стружки черных металлов // Вторичные металлы. 2008. № 3. С. 51–55.
3. Дышлевич В. Ф., Стеблов А. Б., Сокиркин С. Н. и др. Устройство для продольного разделения проката: Пат. РФ № 953 от 02.12.1993г.
4. Тихонов И. Н., Стеблов А. Б. Арматурный прокат для крупнопанельного домостроения // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 10–12.