

Система насосовъ. Въ зданіи (14) будутъ установлены въ рядъ *три* паровыя, вертикальныя насосныя машины, системы компоундъ, прямого дѣйствія. Каждый насосъ установленъ надъ устьемъ соотвѣтствующаго колодца. Два въ рядъ расположенныхъ вертикальныхъ паровыхъ цилиндра діам. 0,36 м. и 0,6 м. и съ ходомъ поршней 1 м., при помощи двухъ шатуновъ и двухъ кривошиповъ, установленныхъ подъ угломъ въ 180°, дѣйствуютъ на валъ съ двумя маховыми колесами, расположенными надъ цилиндрами. Стержни этихъ цилиндровъ внизу соединены съ насосными штангами двухъ въ рядъ расположенныхъ насосныхъ ставовъ, высотой 12,14 м. и опущенныхъ въ колодцы. Діам. насосныхъ поршней 0,8 м., при ходѣ поршней тоже въ 1 м. Оба эти насоса, слѣдовательно каждая насосная машина, качаютъ 25000 м³ воды въ сутки, или 290 литровъ въ 1 секунду, развивая 42 паровыя силы. Машины эти съ конденсаціею пара. При насъ была установлена одна такая машина. Предполагается на первое время установить только двѣ подобныя машины (съ 4-мя насосами) и затѣмъ, въ послѣдствіи, при увеличеніи числа доменныхъ печей, будетъ установлена третья машина.

Для удобства ремонта насосовъ, надъ всѣми тремя машинами устроены общій мостовой, передвижной кранъ, въ слѣдствіе чего полная высота зданія, какъ было выше сказано, = 28 м.

Все это водоподъемное устройство представляетъ вполне капитальное сооруженіе и потребовалось много труда и знаній для осуществленія его, такъ какъ разница въ уровнѣ воды въ Днѣпрѣ, во время половодія и маловодія, весьма значительна и = 8,406 м., т. е. до 4 сажень (!).

Паръ для дѣйствія насосовъ доставляется 3-мя котлами системы *Мейна*, въ 59 м.² нагревательной поверхности каждый. Общая дымовая труба, при высотѣ 42 м., имѣетъ діаметръ 1 1/2 м. Площадь сѣченія трубы = 1,76 м².

Отношеніе полной нагревательной поверхности къ сѣченію трубы = $\frac{59 \cdot 3}{1,76} = 100$ кругл. ч.

Водопроводные (а—а) и водоотводные (с—с) каналы (водостоки) расположены по заводу рядомъ, одинъ возлѣ другого, и имѣютъ одинаковое сѣченіе и уклонъ = 1 : 1000. Водопроводный каналъ идетъ отъ насоснаго зданія (14) въ заводъ, а водоотводный—отъ завода къ Днѣпру. Каналы, имѣющіе ширину 1 м. и высоту 1,8 м., построены изъ гранита на цементѣ; своды полукруглые изъ кирпича.—Все устройство водоснабженія обойдется до 200000 руб. с.

Зданіе насосовъ со стороны Днѣпра имѣетъ грандіозный видъ.

Повѣрка размѣровъ водопроводныхъ каналовъ. Сдѣлаемъ повѣрку размѣровъ вышеупомянутыхъ водостокъ по формулѣ *Базена* (Bazin):

$$\frac{JR}{Q^2} = \beta \left(1 + \frac{a}{R} \right),$$

гдѣ J — означаетъ уклонъ канала, слѣдовательно для настоящаго случая = 0,001.

$R = \frac{\omega}{p}$ — отношеніе площади живого сѣченія канала къ периметру.

Для настоящаго случая, принявъ глубину воды въ каналѣ = 1 м., будемъ имѣть: $\omega = 1 \cdot 1 = 1 \text{ м}^2$.

$$p = 1 + 2 \cdot 1 = 3 \text{ м.}$$

$$R = \frac{\omega}{p} = 0,33.$$

U — средняя скорость воды.

Для каналовъ изъ тесанныхъ камней коэффициенты $\beta = 0,00019$
 $\alpha = 0,07$.

Подставивъ эти цифры въ предъидущую формулу, получимъ слѣдующую величину средней скорости воды:

$$U = \sqrt{\frac{0,001 \cdot 0,33}{0,00019 \left(1 + \frac{0,07}{0,33}\right)}} = \sqrt{\frac{0,00033}{0,00023}} = 1,2 \text{ м. въ 1 сек.}$$

Соотвѣтствующій секундный расходъ воды =

$$Q = w \cdot v = 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ м}^3.$$

Суточный расходъ:

$$Q = 1,2 \cdot 3,600 \cdot 24 = 95040 \text{ м}^3,$$

т. е. въ $\frac{95040}{50000} = 1,9$ разъ больше того количества, которое дадутъ при непрерывномъ дѣйствіи два насоса, слѣдовательно размѣры водостоконъ имѣютъ надлежащій запасъ, и толщина слоя воды въ нихъ будетъ значительно меньше 1 м., примѣрно въ два раза меньше.

3) Доменный заводъ. (См. таблицу VI).

Заводъ этотъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей:

- 1) 2-хъ доменныхъ печей (1) и литейной.
- 2) 8-ми воздухонагрѣвательныхъ приборовъ (Витвелля).
- 3) Воздуходувныхъ машинъ (3) и паровиковъ къ нимъ.
- 4) Рельсовыхъ путей и эстакадовъ (6).
- 5) Водопровода, газопровода и паропровода; — и
- 6) Предполагаемыхъ къ устройству коксовальныхъ печей (5).

а). Доменные печи.

Обѣ доменные печи, совершенно одинаковыя, шотландской системы, съ отдѣльно сложеннымъ горномъ. Самостоятельная шахта печи поддерживается 8 чугунными колоннами. Фундаментъ доменныхъ печей углубленъ на 3 м. ниже почвы завода. На немъ воздвигнуть цоколь высотой 3 м. надъ почвою завода. Поверхность каменнаго пола, такимъ образомъ, лежитъ на прочной кладкѣ въ 6 м. толщиною. Кладка фундаментовъ и цоколей совер-

шена на гранитномъ камнѣ, хорошаго достоинства. Поверхность фундамента настолько велика, что давленіе на почву, при полной нагрузкѣ доменныхъ печей, менѣе 3 klg на 1 □ см. (или $1\frac{1}{4}$ пуд. на 1 □ д.).

Кладка лещади произведена изъ огнеупорнаго кирпича на 3,2 м. высоты. Кирпичъ въ нижнихъ пяти рядахъ обыкновеннаго фасона. Въ двухъ рядахъ снизу проведены крестообразно и поперекъ воздушные каналы. Надъ этими 5-ю рядами идутъ 3 ряда большихъ клиновыхъ кирпичей, высота и ширина которыхъ = 0,8 м. и толщина 0,3 м. Поверхности всѣхъ этихъ фасонныхъ кирпичей тщательно отшлифованы.

На цоколѣ, на чугунныхъ плитахъ поставлены 8 чугунныхъ колоннъ, съ просвѣтами высотой $5\frac{1}{2}$ м. Въ поперечномъ разрѣзѣ колонны имѣютъ двутавровую форму, у подошвы шириною 1,8 м. и у вершины 1,1 м. Подобное устройство колоннъ ¹⁾ (какъ и при домнахъ *Брянскаго* завода) придаетъ сооруженію доменной печи большую устойчивость и прочность, нежели прежде примѣнявшіяся колонны круглаго сѣченія, съ малымъ основаніемъ. На верху эти колонны поддерживаютъ чугунное кольцо (кругъ), на которомъ покоится шахта доменной печи.

Между верхними просвѣтами колоннъ, кругомъ печей, проведена водопроводная труба, доставляющая воду для охлажденія горна, фурмъ и проч. На подпоркахъ, на высотѣ около $3\frac{1}{2}$ м. отъ лещади, имѣется еще чугунное кольцо, шириною 0,6 м., поддерживающее верхнюю часть горна, нижняя же его часть покоится на лещади. Наконецъ, снаружи на колоннахъ прикрѣплены подпорки, на которыхъ покоится воздухопроводная труба съ принадлежащими къ ней отростками (вѣтвями). Фурмъ предположено 7 штукъ, но въ началѣ будутъ работать только на 4-хъ.

Изъ вышесказаннаго видно, что можно ремонтировать отдѣльно верхнюю или нижнюю часть горна, первую до заплечика распара, не причиняя вреда остальнымъ частямъ печи. Шлаки отводятся фурмами по системѣ *Люрмана*.

Шахта доменной печи состоитъ изъ внутренней футеровки и наружной кладки изъ огнепостояннаго кирпича.

Между обѣими оставляется свободный промежутокъ, заполняемый пескомъ. Въ наружной части помѣщено много охлаждающихъ каналовъ. Въмѣсто наружнаго кожуха изъ листового желѣза, скрѣпленіе шахты производится 28-ю желѣзными кольцами, причемъ ремонтъ шахты становится болѣе удобнымъ, нежели при кожухѣ изъ листового желѣза ²⁾.

Наверху, снаружи шахты укрѣплено 18 кронштейновъ, склепанныхъ изъ углового и листового желѣза, на которыхъ покоится колошниковая площадка.

¹⁾ *Скорѣе лангъ.*

²⁾ Подобное скрѣпленіе мы видѣли въ доменныхъ печахъ въ *Мидлсборо*, въ Англіи, еще въ 1867—68 годахъ.

Газоулавливающий приборъ. Приборъ для улавливанія доменныхъ газовъ весьма простой, по извѣстной системѣ Hoff'a. Газъ отводится центральною трубою, діам. 1,7 м. Описаніе и чертежъ, см. металлургію *Ледебура* 1884 г.¹⁾

Вверху, внутри доменной печи имѣется чугунная обшивка, предохраняющая внутреннюю одежду печи отъ ударовъ при засыпкѣ колошъ.

Размѣры доменныхъ печей. Высота = 22 м., діаметръ распара 6 м., діаметръ колошника 5 м. и діам. нижней части горна 2 м. Вмѣстимость печи 400 м³. Суточная выплавка каждой домны предположена до 120 тоннъ = 120000 klg. = 7320 пуд.²⁾ сѣраго чугуна, или на 1 м³. вмѣстимости, 300 klg. чугуна въ сутки. На 1 тонну чугуна въ сутки причитается вмѣстимость $\frac{400}{120} = 3,3$ м³. Впрочемъ, среднюю производительность слѣдуетъ считать не свыше 100 тоннъ, чему соотвѣтствуетъ годичная производительность двухъ печей около 4 до 4^{1/2} милліоновъ пудовъ.

Внутренняя кладка печи выведена изъ самаго лучшаго огнеупornaго кирпича, который тщательно отшлифованъ въ швахъ. Для сооруженія каждой печи употреблено 53070 пуд. огнеупornaго кирпича и 19275 пуд. металлическихъ частей. Стоимость постройки каждой доменной печи = 148250 руб. с., изъ которыхъ на фундаментъ падаетъ 31610 руб. с.

Эти печи принадлежатъ къ числу самыхъ большихъ, существующихъ въ настоящее время. Въ видѣ исключенія, въ Западной Европѣ встрѣчаются доменные печи вмѣстимостью 450 и 500 м³. Правда, въ *Middlesborough*, въ Англіи, въ 1868 г. были примѣры доменныхъ печей колоссальной вмѣстимости въ 800 и 1100 м³; однако, наблюденія показали, что далѣе извѣстныхъ предѣловъ увеличеніе размѣровъ доменныхъ печей скорѣе вредно, нежели полезно, потому что за извѣстными предѣлами расходъ топлива на единицу вѣса чугуна снова увеличивается.

Въ Англіи перестали строить такіа громадныя печи. Наибольшія современные коксовыя доменные печи имѣютъ вмѣстимость не свыше 400—500 м³.

б) *Колошниковыя подѣмы.* Канатныя колошниковыя подѣмы помѣщены въ пространствѣ между двумя доменными печами. Каждый подѣмъ состоитъ изъ двухъ клѣтей. Канатъ обвивается въ 1 оборотъ шкивъ, расположенный на верху, выше горизонта колошника. Для каждого подѣма служитъ 10-сильная паровая машина, съ двумя цилиндрами реверсивной системы, помѣщенная внизу. Посредствомъ пары зубчатыхъ колесъ, съ отнош. діаметровъ $\frac{8}{1}$, передается движеніе нижнему шкиву и отъ него безконечнымъ

¹⁾ *Handbuch der Eisenhüttenkunde*, V. A. Ledebur, Leipzig, 1884, s. 376.

²⁾ Въ заводѣ *Sclessin*, въ Бельгіи, доменная печь вмѣстимостью 370 м³, при содержаніи рудъ 33—40% и при температурѣ воздуха 800° Ц., въ сутки даетъ 100 тоннъ передѣланнаго чугуна. Въ Франціи, при доменныхъ печахъ высотой 15^{1/2}—17 и 21 м. и вмѣстимостью 230—260 и 300 м³, суточная производительность = 72—85—100 тоннъ перед. чугуна, слѣдов. 3 до 3^{1/2} м³ вмѣстимости причитается на 1 тонну чугуна.

канатомъ верхнему шкиву. Меньшая шестерня, очевидно, насажена на ось машины. Канатъ стальной, діам. около 30 мм. при толщ. проволоки 1,2 мм. Діам. канатныхъ шкивовъ 3 м., Отношеніе діам. шкивовъ къ діам. проволоки $= \frac{3000}{1,2} = 2500$. Каждый подъемъ, со всеми принадлежностями, стоитъ 34700 р. с.

Устройство канатнаго подъема сложнѣе и менѣе компактно, нежели пневматическаго, но строители полагаютъ, что правильное дѣйствіе, въ зимніе морозы, канатнаго подъема, болѣе обезпечено, нежели пневматическаго подъема, между тѣмъ въ *Брянскомъ* заводѣ отдано предпочтеніе послѣдней системѣ.

с) *Воздухонагрѣвательные приборы системы Витвелля (Whitwell).*

По четыре прибора *Витвелля* установлены позади каждой доменной печи. Высота ихъ 18 м. и діам. $6\frac{3}{4}$ м. Нагрѣвательная поверхность каждаго 2500 м², при расходѣ 36480 пуд. огнеупорнаго кирпича. Стоимость каждаго прибора 44500 р. с. Принадлежащая къ нимъ дымовая труба имѣетъ высоту 50 м. и діаметръ 3 м. На постройку ея употреблено 12200 штукъ краснаго и 32000 штукъ огнеупорнаго кирпича. Стоимость трубы, безъ фундамента, 7700 р. с.

Имѣя меньшую нагрѣвательную поверхность, по сравненіи съ приборами *Коупера* (Cowper), они имѣютъ болѣе простое устройство внутреннихъ каналовъ изъ огнеупорнаго кирпича, чистка которыхъ возможна снаружи, безъ надобности влѣзать рабочему во внутрь прибора (какъ это имѣетъ мѣсто въ приборахъ *Коупера*), слѣдовательно, чистка можетъ совершаться, не требуя полнаго охлажденія прибора. Меньшая нагрѣвательная поверхность можетъ быть компенсирована большимъ числомъ приборовъ, или болѣе частымъ обращеніемъ хода прибора. Чѣмъ больше количество нагрѣваемого воздуха, тѣмъ требуется болѣе частое обращеніе тяги прибора, для полученія надлежащей температуры. При четырехъ приборахъ, одинъ (поочередно) нагрѣвается газами, а три служатъ для нагрѣванія воздуха.

Примѣчаніе. По даннымъ *Ледебура*, самые большіе приборы *Витвелля*, діам. 6,7 м. и высотой 19 до $20\frac{3}{4}$ м., при нагрѣвательной поверхности 2400 до 2600 м², въ 1 минуту времени нагрѣваютъ 450 до 500 м.³ воздуха до 700° Ц. При часовомъ обращеніи, колебаніе въ температурѣ = 50 до 60° Ц.

d) *Л и т е й н а я.*

Литейная помѣщается впереди доменныхъ печей и устроена вся изъ прокатнаго желѣза (Табл. VI, (1)). Въ литейной имѣются три въ рядъ расположенныя вагранки. Ось, соединяющая центры вагранокъ, перпендикулярна къ оси, соединяющей центры двухъ доменныхъ печей. Вагранки эти расположены на

высотѣ цоколя доменной печи, слѣдовательно, на 3 м. почвыше въ завода. Изъ этихъ вагранокъ (если нельзя почему-либо взять чугуна прямо изъ домны ¹⁾), расплавленный чугунъ наливается въ большой литейный чанъ съ цапфами, покоящийся на тѣлѣжкѣ съ 4-мя колесками.

По рельсамъ, расплавленный металлъ отвозится въ Бессемеровскую фабрику (7) американскаго типа, т. е. съ 2-мя ретортами, цапфы которыхъ расположены въ одну линію. Посредствомъ гидравлическаго подъема тѣлѣжка съ чаномъ поднимается на высоту, удобную для наполненія ретортъ.

На высотѣ колошниковой площадки вагранокъ, какъ обыкновенно, устроенъ второй полъ, для удобства нагрузки вагранокъ чугуномъ и коксомъ.

Посредствомъ рельсоваго пути, уложеннаго у подошвы вагранокъ, на горизонтѣ заводскаго пола, и продолжающагося во внутрь литейной, чанъ съ тѣлѣжкой можно подвозить къ самымъ доменнымъ печамъ, для непосредственнаго пользованія чугуномъ изъ доменъ. Этотъ же рельсовый путь служитъ и для отвоза шлаковъ. Передъ каждою доменною печью имѣется свободное мѣсто, для отливки чугуна въ свинки.

Размѣры вагранокъ. Высота шахты 6,9 м., діам. ея 1,5 м. и діам. горна внизу=1,3 м. Смотря по числу дѣйствующихъ сопель, производительность вагранокъ бываетъ различна. При одномъ рядѣ сопель часовая производ. каждой вагранки=4—5 тоннъ, и при 2 рядахъ (по Ирландской системѣ) она увеличивается до 12 и 15 тоннъ. Воздухъ доставляется вентиляторомъ Гута.

Устройство литейной обойдется отъ 80000 до 90000 руб. с.

е) Воздуходувныя машины.

Для двухъ доменныхъ печей устанавливаются въ зданіи (3) три большія вертикальныя воздуходувныя машины, выписанныя изъ *Серенъ* (въ Бельгій). Это машины извѣстнаго типа, выработаннаго фирмою *Кокерилль*, съ двумя паровыми цилиндрами (системы *Вульфа*), расположенными внизу и съ однимъ воздуходувнымъ цилиндромъ, расположеннымъ на верху станины, пирамидальной формы, съ двумя обратными шатунами и двумя маховиками. Машины снабжены конденсаторами ²⁾.

Размѣры машины.

Діам. большаго паров. цилиндра 1,20 м.

„ малаго „ „ 0,85 „

¹⁾ Эти вагранки служатъ и для расплавки доменнаго чугуна, полученнаго въ праздничное время, когда бессемеровская фабрика не дѣйствуетъ.

²⁾ См. табл. 6, фиг. 19, въ III отдѣлѣ нашей Справочной Книги 1879 г. Детальныя чертежи совершенно такой же машины, но нѣсколько меньшихъ размѣровъ: 1,05 м., 0,75 м. и 2,65 м. при томъ же ходѣ поршней=2,44 м. и силою 160 п. л., см. *Pontefeuille de John Cockerill*, 3 vol. pl. 50—51—52. Паров. ц. съ паров. оболочками. Распределение пара совершается тоже 6-ю корнуэльскими клапанами. Машины Каменскаго завода представляютъ собой машины наибольшаго калібра, когда-либо построенныя фирмою *Кокерилль*.

Діам. воздуходувнаго цилиндра 3 м.

Общій ходъ поршней = 2,44 м.

Нормальное число оборотовъ въ 1 м. = 12.

Норм. скорость поршней = $\frac{2,44 \cdot 2 \cdot 12}{60}$ = около 1 м. въ 1 сек.

Соотвѣтственное количество воздуха въ 1 м. (атмосферной густоты) = $0,9 \frac{\pi \cdot 3^3}{4} \cdot 3 \cdot 2 \cdot 12 = 450 \text{ м.}^3$ кругл. числ. ¹⁾, т. е. = 1,125 м.³ на 1 м.³

вмѣстимости доменной печи, или 3,08 м.³ воздуха на 1 тонну суточной выплавки. Густота воздуха предполагается 24 сант. = 9,6 " по ртутн. духомѣру. Сила машины (полезная) = $N = 0,002 \cdot 450 \cdot 35,32 \cdot 9,6 = 300$ п. л. круглымъ числомъ ²⁾. Вначалѣ будутъ дѣйствовать только двѣ машины; 3-я машина будетъ запасная.

Прекрасное кирпичное зданіе, съ гранитнымъ фундаментомъ, служащее для помѣщенія воздуховыхъ машинъ, имѣетъ слѣдующіе колоссальныя размѣры: длину 30 м., ширину 16 м. и высоту 20 м. Глубина гранитныхъ фундаментовъ = 6 м. Стоимость всего этого монументальнаго сооруженія, съ двумя машинами и фундаментомъ для третьей = до 220000 р. ³⁾. При насъ зданіе и фундаменты были вполне готовы и устанавливалась первая машина. Въ этомъ же зданіи имѣются два бака для воды и 3 паровыхъ насоса.

Паровые котлы (Таблиц VI, 4).

Группа котловъ состоитъ изъ 8-ми двойныхъ цилиндрическихъ котловъ съ нагрѣвателями, устроенными на мѣстѣ, по чертежамъ фирмы *Кокерилль*. Матеріалъ доставленъ изъ-за границы, но склепка произведена на Каменскомъ заводѣ. Каждый котелъ состоитъ изъ двухъ главныхъ цилиндрическихъ частей (котловъ), 12,5 м. длиною и 1,3 м. діам. и двухъ нагрѣвателей, 10 м. длиною и 0,9 м. діам. Каждый нагрѣватель соединенъ съ котломъ въ задней части двумя шейками. Нагрѣвательная поверхность каждаго котла 129 м.². Полная нагрѣвательная поверхность всѣхъ 8-ми котловъ = 1032 м.², или 516 м.² на каждую доменную печь. Одинъ или два котла будутъ запасные.

Примѣч. По даннымъ нашей „Справочной Книги“ 1879 г. (стр. 420), для доменной печи, съ суточною выплавкою 25 тоннъ сѣраго чугуна, требуется по меньшей мѣрѣ нагрѣвательная поверхность около 150 м.². Слѣ-

¹⁾ Около $35,32 \cdot 450 = 16,000$ куб. ф.

²⁾ См. нашу *Справочн. Книгу*, страницу 178.

³⁾ Количество воздуха въ 1 м. соотв. 8-ми маш. = 1850 м.³ Слѣдов. стоим. полного устройства на 1 м.³ воздуха, дост. въ 1 м. = 163 р. с. или 4,7 р. с. за 1 куб. футъ. Эти цифры не выходятъ изъ предѣловъ указанныхъ въ нашемъ соч. *Основы Машиностроенія*, Т. I, вып. 2.

довательно, для производ. въ 2 . 100 = 200 тоннъ потребуется нагрѣв. поверхн.

до $\frac{200}{25} \cdot 150 = 1200 \text{ м.}^2$ круг. числ. Но такъ какъ большихъ размѣровъ приборы экономичнѣе, нежели приборы малыхъ размѣровъ, то 1032 м.² въ настоящемъ случаѣ будетъ, по всей вѣроятности, вполне достаточно.

Нагрѣваніе котловъ предполагается доменными газами. Газосожигательные приборы устроены весьма удобно. Газы и необходимый для сожиганія ихъ воздухъ поступаютъ (изъ особыхъ каналовъ въ кладкѣ) въ топку съ двухъ боковыхъ сторонъ, а не съ лицевой, какъ обыкновенно. Вслѣдствіе этого топочныя дверцы остаются совершенно свободными, что представляетъ удобство на случай отопленія углемъ или при заброскѣ нѣкотораго количества угля, для поддержанія болѣе равномернымъ горѣніе газовъ и для предупрежденія возможности потуханія огня въ топкѣ и сопряженной съ этимъ опасности взрыва при новомъ воспламененіи случайной смѣси газа съ неразложеннымъ воздухомъ.

Газовая труба, идущая вдоль баттареи котловъ и доставляющая газъ къ котламъ, внизу открыта, т. е. имѣетъ щель, сообщающуюся съ желобомъ (корытомъ), который заключаетъ воду для очистки газа отъ постороннихъ примѣсей. Отводящіе же клапаны расположены внутри трубы, на подтрубкахъ, значительно выше уровня воды. Щель внизу трубы, идущая почти по всей ея длинѣ, служитъ превосходнымъ предохранительнымъ клапаномъ, на случай взрыва газа.

Общая кирпичная труба для этой группы котловъ имѣетъ, при высотѣ 50 м. = 164', діам. 3 м. Верхнее сѣченіе трубы = 7,068 м.² или 3,534 м.² = 38 □ ф. на каждую доменную печь. Сѣченіе трубы представляетъ $\frac{7.07}{1032} = \frac{1}{147}$ части нагрѣвательной поверхности котловъ.

По даннымъ нашей „Справочной Книги“, стр. 421, сѣченіе дымовой трубы высотой 100', $\geq \frac{1}{100}$ нагрѣвательной поверхности паровыхъ котловъ. Полная стоимость всего сооруженія паровыхъ котловъ = до 140000 руб. или 140 руб. с. на 1 м.² нагрѣвательной поверхности ¹⁾.

Примѣчаніе. Почти всѣ кирпичныя трубы Каменскаго завода изъ огнеупорнаго кирпича, круглаго сѣченія (скрѣпл. снаружи желѣзными обручами), устроены изнутри безъ лѣсовъ. Работу эту исполняло съ подряда ибѣецкое семейство (изъ Бахмута), состоящее изъ мужа, жены и брата, которымъ отъ завода назначалась артель рабочихъ (до 20 человекъ) для подноски матеріаловъ. Особенною отважностью отличалась жена подрядчика ибѣца, которая

¹⁾ По даннымъ соч. нашего „Основы Машиностроенія“, Т. I, изд. 2, стр. 341 и 344. Стоимость сооружения паровыхъ котловъ на 1 □' нагрѣвательной поверхности = 10 до 12 р. с. ирѣ котлахъ съ кипат. или нагрѣв., или 107 до 129 р. с. 1 м.², не считая перевозки. 4*

всегда одна оканчивала самую трудную работу кладки вершины трубъ, гдѣ, во время сильнаго вѣтра, весьма ощутительно упругое колебаніе постройки. Работа ведется весьма успѣшно. Такъ, напримѣръ, труба высотой 50 м. и діам. 3 м. возведена всего въ 6 недѣль, съ платою подрядчику 17 р. с. за 1 м. длины трубы. При трубахъ меньшихъ размѣровъ эта плата всего 7—8 р. за 1 м. длины (высоты) трубы.

Предпочтеніе кирпичнымъ трубамъ надъ желѣзными дано потому, что огнеупорный кирпичъ имѣется на мѣстѣ, собственного произведенія, тогда какъ желѣзо пришлось бы доставлять издалека, по высокой цѣнѣ. Кроме того, кирпичныя трубы представляютъ болѣе прочное, монументальное сооруженіе. Впрочемъ имѣется и нѣсколько желѣзныхъ трубъ, привезенныхъ въ разобранномъ видѣ изъ Варшавскаго завода.

f) Эстакады и рельсовый къ нимъ путь (Табл. IV, 6).

Эстакады служатъ для свалки сырыхъ матеріаловъ: руды, флюса, кокса и угля. Онѣ устроены изъ дерева и имѣютъ высоту въ 3 сажени надъ почвою завода. Очевидно, было бы весьма не экономично доставлять сырые матеріалы на станцію Каменскую и затѣмъ снова поднимать ихъ на эстакады для насыпки въ кучи. Пользуясь значительнымъ уклономъ 15 : 1000 желѣзнодорожной вѣтки, идущей отъ Запорожья въ Каменское, въ разстояніи 350 саж. отъ завода, отъ главнаго рельсоваго пути проведены по склону холма побочные рельсовые пути ff, въ различныхъ направленіяхъ, съ площадкой для маневровъ, откуда сырые матеріалы прямо направляются на эстакады. На эстакадахъ уложено 3 полотна. Стоимость всего этого устройства обошлась до 70000 руб. с. Для доставки сырыхъ матеріаловъ къ печамъ, въ ручныхъ вагончикахъ, имѣются узкоколейные заводскіе рельсовые пути.

g) Газопроводы, водопроводы и паропроводы.

Устройство всѣхъ этихъ проводовъ, со всѣми предохранительными устройствами въ обезпеченіе отъ взрыва и мороза, при весьма тщательной работѣ, обошлось въ слѣдующую сумму:

Газопроводовъ . . .	131093 руб.
Водопроводовъ . . .	30315 „
Паропроводовъ . . .	37581 „
198989 р. с., т. е. около 200000 р. с.	

h) Коксовольныя печи (Таблиц. VI, 5).

Въ началѣ заводъ будетъ дѣйствовать на привозномъ коксѣ изъ Донецкаго бассейна, но впослѣдствіи предполагается завести коксованіе на мѣстѣ, въ самомъ заводѣ. Устройство коксовальныхъ печей предполагено

въ пунктѣ (5) позади доменныхъ печей. Коксованіе на заводахъ, весьма распространенное въ послѣднее время за границей, въ отношеніи Каменскаго завода, пользующагося Донецкимъ углемъ, съ большимъ содержаніемъ газовъ, особенно выгодно.

Выгоды коксованія на мѣстѣ, въ заводѣ, суть слѣдующія:

1) Коксъ всегда сѣбѣй и наилучшаго качества. При дальней перевозкѣ происходитъ значительное разрушеніе кокса, и коксъ получается въ болѣе или менѣе растертомъ, крошеномъ видѣ.

2) Стоимость кокса на заводѣ обойдется дешевле, такъ какъ въ чугуноплавильныхъ заводахъ дивиденда по коксованію не полагается.

3) Расходы по перевозкѣ *избытка* вѣса угля надъ коксомъ съ лихвою вознаграждаются пользованіемъ газами коксовыхъ печей, для нагрѣванія паровыхъ котловъ въ передѣльныхъ фабрикахъ (железныхъ и стальныхъ), во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда стоимость перевозки меньше стоимости угля на рудникѣ. Во всякомъ случаѣ убытка отъ перевозки этого *избытка* не можетъ быть, потому что, соотвѣстственно дѣйствію газовъ коксовыхъ печей, придется меньше угля доставлять для передѣльныхъ производствъ. На копяхъ газами коксовыхъ печей рѣдко пользуются, къ тому же, при большой производительности кокса, на копи трудно найти употребленіе всему количеству газа, получаемого изъ коксовыхъ печей. Подробности по этому предмету см. § 15.

Въ каменноугольныхъ округахъ Индѣ и Вурмѣ, около *Ахена*, въ большомъ употребленіи непрерывно-дѣйствующія коксовые печи системы *Люрмана* (Lügmann). Въ этихъ печахъ (въ сентябрѣ 1886 г.) былъ произведенъ опытъ коксованія надъ однимъ вагономъ угля, доставленнаго изъ самаго верхняго пласта *Гришинскихъ* копей, принадлежащихъ Каменскому заводу. На основаніи этого опыта, произведеннаго директоромъ, г. *Гильдтомъ*, найдено, что этотъ уголь даетъ количество газа въ 3 раза большее, нежели вестфальскій уголь ¹⁾, конечно, при соотв. меньшемъ выходѣ кокса. Тамоншій уголь, согласно опытамъ *Гильдта* и *Люрмана*, при пользованіи газами коксовыхъ печей, испаряетъ 1,5 к. воды на 1 к. коксуемаго угля. По этому гришинскій уголь долженъ имѣть испарительность до 4,5 к. (?). Для запаса можно принять всего 3 к.

Расходу 150 тоннъ кокса въ сутки на 1 дом. печь, при выходѣ кокса $67\frac{1}{3}\%$, соотвѣтствуютъ $\frac{110}{0,675} = 163$ тонны каменнаго угля, которыя при коксованіи даютъ 489 тоннъ пара въ 24 часа, или въ 1 часъ $\frac{489000 \text{ к.}}{24} = 20000 \text{ к.}$ ²⁾, соотв. $\frac{20000}{30} = 666$ п. л., полагая на 1 п. л. въ 1 ч.

¹⁾ Поэтому газовые каналы коксовыхъ печей Донецкаго бассейна должны имѣть большія сѣченія, нежели, напримѣръ, въ Вестфаліи.

²⁾ Избытокъ вѣса угля надъ коксомъ = 53 тоннамъ. Позная испарительность, причисла-

30 к. пара. Принявъ для запаса всего 500 п. л., отъ коксовальныхъ печей, для двухъ доменныхъ печей, получимъ около 1000 п. л. въ пользу сталелитейного и прокатного завода. Для каждой доменной печи предполагается построить 52 коксовальныя печи, слѣдов. всего 104 печи.

Печи эти образуютъ 4 группы въ одномъ квадратѣ. На каждомъ углу этого *каре* будетъ установлено по паровику, исключительно для дѣйствія машинъ для выгребанія кокса. Нагрѣвъ стѣнки печей, газы будутъ отведены къ отдѣльной группѣ котловъ въ передѣльныхъ фабрикахъ. Постройка коксовальныхъ печей передана бельгійской фирмѣ *Э. Конте* и К°. Стоимость одной группы изъ 52 печей, для одной дом. печи = 128400 р. с.

Примѣч. На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ, на 1 кокс. печь причитается сила въ 10 п. л. Полагая на 1 с. въ 1 ч. $\frac{30}{7,5} = 4$ klgr. угля, годовичному дѣйствию одной коксов. печи будетъ соотв. (въ газахъ): 40 klgr. 24.300 = 288000 к. = 288 т. = 17568 пуд. ¹⁾.

Сырые матеріалы доменнаго производства.

Руда. Для эксплуатаціи рудъ, общество заарендовало въ окрестностяхъ *Кривою-Роа* 3 участка. На этихъ участкахъ линія простиранія залежей руды въ общемъ составляетъ 6,4 версты. Рудныя толщи залегаютъ преимущественно параллельно другъ другу, часто утолщаются и выклиниваются, образуя на многія пространства отдѣльныя гнѣзда, которыя часто переходятъ въ мощные штоки. Непрерывныя залежи существуютъ только на протяженіи 2 верстѣ. Въ ширину (поперекъ) простиранія часто попадаетъ только одна залежь и нерѣдко до 5-ти мощныхъ другъ около друга залежей, богатыхъ и удобныхъ для разработки. Толщина ихъ 20, 50, 20, 10 и 5 м., такимъ образомъ, съ малыми промежутками пустой породы, имѣются залежи общей мощности 105 м. Руды залегаютъ въ кварцитовыхъ сланцахъ, которые такъ богаты содержаніемъ желѣза, что могутъ съ пользою идти на проплавку въ доменныхъ печахъ, какъ примѣсь къ рудамъ. Руды сами по себѣ очень богаты, какъ, напримѣръ, *красный желѣзнякъ* и *желѣзный блескъ*, содержащіе 65 до 71½% желѣза. Кварциты заключаютъ 38 и 40% желѣза. Линія простиранія падаетъ иногда подъ 40 до 80° въ отношеніи горизонта. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ залежи выступаютъ на поверхность почвы, тогда какъ въ другихъ мѣстахъ онѣ находятся на глубинѣ 9 сажень. Глубина

идуща на этотъ избытокъ угля, $\frac{489}{53} > 9$, что превышаетъ испарит. 53 т. кам. угля, при непосредственномъ сжиганіи въ паров. котлахъ. Это обстоятельство еще въ пользу коксованія на заводѣ.

¹⁾ Для Вестфальскаго угля эта цифра уменьшится до 3 разъ, т. е. до 6000 пуд.

На основ. нашей *Справочн. Книги* 1879 г., стр. 418, 25 коксов. печамъ соотв. нагрѣвъ, поверхн. 1500 м² или 100 с., т. е. на 1 печь 4 п. л.

самыхъ залежей еще не опредѣлена. По большей части руда лежитъ на 20 м. падъ поверхностью р. *Саксагани*. На сколько она лежитъ ниже поверхности—неизвѣстно. Слѣдуетъ замѣтить, что руда эта имѣетъ свойство *самоплавкости*, т. е. нѣтъ необходимости смѣшивать ее съ другой рудой и она прямо, непосредственно можетъ идти въ доменную печь. Въ Каменскомъ заводѣ предположено плавить одну Криворожскую руду.

Изъ вышесказаннаго мы усматриваемъ, что изслѣдованныя части запасовъ руды сами по себѣ весьма громадны, и обезпечиваютъ дѣйствіе завода на продолжительное время.

Для полноты описанія приводимъ химическій анализъ тѣхъ красныхъ желѣзняковъ, которые разрабатываются въ настоящее время близъ ст. *Саксагани*:

Кремнезема . . .	3,06°/о	
Окиси желѣза . .	95,59°/о	
Заиси „ . . .	нѣтъ	
Глиозема	0,94°/о	
Фосфорной кислоты.	0,045°/о;	соотв. колич. фосфора 0,02°/о.
Заиси марганца .	нѣтъ	
Извести	} . . .	слѣды.
Магnezіи		
Сѣры		
Потеря отъ прокаливанія	0,98°/о	
Содержаніе металличе-		
скаго желѣза . .	66,91°/о	

Разработка рудъ ведется подъ руководствомъ горнаго инженера *Кольберга*. Въ іюлѣ мѣсяцѣ 1888 г. уже было добыто подготовительными работами 2 милліона пудовъ и рудники подготовлены для годичной добычи въ 6 милліоновъ пудовъ.

Примѣчаніе. Открытіе мѣсторожденія *Кривого-Рога* принадлежитъ трудамъ Екатеринославскаго помѣщика г. *Поль*, въ 1872 году. Къ сожалѣнію, за недостаткомъ времени, мы не были въ *Кривомъ-Рогѣ*, и настоящій очеркъ мѣсторожденія рудъ составленъ по свѣдѣніямъ, сообщеннымъ намъ г. *Боссономъ*. То же самое относится и къ описанію слѣдующаго угольнаго мѣсторожденія.

На пространствѣ между Каменскимъ заводомъ и Донецкимъ Бассейномъ расположенъ угольный бассейнъ, на 62 версты ближе къ заводу, около ст. *Гришино* ¹⁾, Екатерининской желѣзной дороги. Этотъ бассейнъ, очевидно, находится въ подземной связи съ Донецкимъ бассейномъ, потому что не только встрѣчаются тѣ же самые пласты, съ сопровождающими ихъ породами (глинистый сланецъ, песчаникъ и пр.), но и самое слѣдованіе на-

¹⁾ Станція эта лежитъ на разстояніи 62 версты отъ ст. Ясновогоя. На вѣстовой картѣ это угольное мѣсторожденіе не показано.

пластованія и величина пластовъ представляютъ тѣ же отступленія, какія и въ Донецкомъ бассейнѣ. Въ самой срединѣ этого новаго бассейна заарендованъ участокъ земли въ 8000 десятинъ на 30 лѣтъ. Разработка двухъ верхнихъ пластовъ, толщиною 1 арш. 1 в. и въ $1\frac{1}{4}$ арш., уже начата. Для разработки же глубже лежащихъ пластовъ, дающихъ коксовый уголь, устраиваются подготовительныя работы.

Пробы въ большомъ масштабѣ, произведенныя съ углемъ самаго верхняго пласта въ *Ахенъ* и въ *Трженицѣ*, въ тамошнихъ коксовальныхъ печахъ, дали очень хорошіе результаты; получено $67\frac{1}{2}\%$ плотнаго, хорошаго кокса. Кромѣ того, уголь этотъ — обильный газами и потому пригоденъ для генераторовъ и оказался хорошимъ для топки локомотивовъ.

Известь. Въ виду того, что для производства завода необходимъ каменноугольный известнякъ, общество заарендовало въ *Гришинѣ* пространство земли съ залежами известкового камня. Ломка известняка и перевозка его въ заводъ находится въ полномъ ходу.

Огнеупорная глина. Для добычи огнеупорной глины Общество заарендовало пространство земли въ 600 десятинъ на 30 лѣтъ, въ бассейнѣ истока рѣки Саксагани, около 30 верстъ отъ ст. *Божедаровки*, Екатерининской желѣзной дороги. Огнеупорная глина по чистотѣ и качеству не имѣетъ себѣ подобной и залежи ея неисчислимы.

Описаніе существующаго завода огнеупорнаго кирпича послѣдуетъ далѣе.

і) Бессемеровская литейная (Таблиц. VI, 7—8).

Это сооруженіе состоитъ изъ двухъ зданій (7) и (8), изъ которыхъ первое расположено на протяженіи прямой линіи, проходящей между двумя доменными печами и имѣетъ три отдѣленія:

- 1) *Литейную Бессемера,*
- 2) *Прокатное отдѣленіе, — и*
- 3) *Рельсо-отдѣлочную.*

Въ параллельно расположенномъ зданіи (8) заключается два отдѣленія: 4) въ которомъ помѣщаются воздухоудныя машины для Бессемеровской литейной, аккумуляторъ и паровыя къ нему насосы, и 5) группу паровыхъ котловъ съ общемою дымовою трубою.

1) Бессемеровская литейная.

Литейная занимаетъ пространство 33 м. длиною, при ширинѣ зданія (7) въ 60 м. Высота до желѣзныхъ стропилъ крыши 12 м. Крыша устроена изъ волнистаго листового желѣза. Расплавленный чугунъ подвозится сюда изъ домны или 4-хъ вагранокъ (см. выше) въ особомъ чанѣ, расположенномъ на тележкѣ, при помощи небольшого локомотива. Рельсовыхъ путей два.

Изъ четырехъ вагранокъ въ дѣйствиіи будутъ двѣ, въ то время какъ и остальные 2 будутъ очищаемы или исправляемы.

Такимъ образомъ, при усиленномъ дѣйствиіи сталелитейной, она можетъ въ сутки дать слѣдующее количество чугуна: 1) изъ двухъ доменъ $2 \cdot 100 = 200$ тоннъ и изъ двухъ вагранокъ, въ 20 часовъ времени, $2 \cdot 5 \cdot 20 = 200$ до $2 \cdot 12 \cdot 20 = 400$ тоннъ, или всего 400 до 680 тоннъ чугуна въ сутки (!).

При усиленномъ производствѣ, Бессемеровская литейная въ состояніи переработать 400 тоннъ чугуна въ сутки, т. е. нормальную производительность двухъ доменныхъ печей и вагранокъ, или максимальную производительность однихъ вагранокъ.

Подвезенный расплавленный чугунъ, помощію гидравлическаго элеватора, поднимается на высоту 3,5 м. отъ почвы литейной до 1-го уступа (площадки), откуда онъ поступаетъ въ бессемеровскіе конверторы. На второмъ уступѣ (площадкѣ), находящемся на высотѣ 8,5 м. надъ почвою завода, расположены колошники 3-хъ вагранокъ, діам. 1 м., для расплавки зеркальнаго чугуна, установленныхъ на первомъ уступѣ. Оба эти уступа расположены по срединѣ, между двумя конверторами, отстоящими другъ отъ друга на 13,5 м. Расположеніе конверторовъ по *американскому* типу, т. е. съ расположеніемъ осей цапфъ въ одну линію.

Размѣры конверторовъ. Ширина по срединѣ, между цапфами, 3,3 м.; высота отъ основанія до отверстія горловины 4,7 м. Цапфы расположены на высотѣ 4,275 м. надъ почвою завода, такъ что ниже конвертора имѣется свободное пространство въ 2,275 м. Вместимость конверторовъ по 10 тоннъ. Конверторы приводятся въ вращеніе около цапфъ, какъ обыкновенно, помощію гидравлическаго цилиндра съ зубчатой рейкой. Передъ конверторами имѣется литейная яма въ 1 м. глубины, въ центрѣ которой помѣщенъ гидравлическій кранъ, радіусомъ въ 4 м., съ высотой подъема 1,65 м. и діам. поршня 0,475 м. Затѣмъ имѣются еще два крана тѣхъ же размѣровъ, но съ діам. поршней 0,3 м.

По обѣимъ сторонамъ ямы находятся *распределители*. Кромѣ того, съ одной стороны помѣщается сушильня и мѣсто для ремонта двинъ конверторовъ, а съ другой стороны паровая машина съ вентиляторами Рута.

При усиленномъ производствѣ, въ сутки можно сдѣлать 20 садокъ, по 20 тоннъ, слѣдов., переработать 400 т. чугуна. Стоимость Бессемеровской литейной = 129500 руб. с.

2) Прокатная (въ томъ же зданіи).

При ширинѣ 60 м. занимаетъ въ длину 85 м., слѣдов. всего площадь 5100 м². Высота зданія по бокамъ 6 м. и въ срединѣ, до конька крыши, 14,5 м. Свѣтъ имѣетъ доступъ по бокамъ, чрезъ длинныя окна по обѣимъ сторонамъ крыши, и чрезъ отверстія (люки) въ самой крышѣ. Желѣзныя кровельныя подмоги покрыты толемъ.

Это зданіе по длинѣ можно раздѣлить на двѣ части. Въ правой помѣщается главнымъ образомъ рельсопрокатная, а въ лѣвой шинопрокатная; здѣсь же будетъ производиться прокатка осей и сортировка желѣза. Въ правой половинѣ предполагается поставить одну сварочную печь системы *Герса* и нагрѣвательную печь для болванокъ. Эти печи служатъ для *обжимочнаго* (болваночнаго) стана риверсивной системы съ сильными ножницами. Стоимость этого отдѣленія 80000 руб. с. Засимъ слѣдуютъ 2 большія нагрѣвательныя печи съ газовой топкой системы *Бишера*, которыя служатъ для нагрѣванія болванокъ передъ прокаткой ихъ въ рельсы.

Рельсо-прокатный станъ *тройной*, т. е. съ тремя рядами валковъ, и съ подъемнымъ приборомъ. Паровая вертикальная машина, въ 800 силъ, служитъ для дѣйствія этого стана. Изъ этого отдѣленія, пройдя поперечныя круглыя пилы, рельсы поступаютъ въ рельсоотдѣлочную.

Въ лѣвой половинѣ находится тоже печь *Герса* и 2 большія нагрѣвательныя печи, передъ которыми, по линіи въ длину зданія, воздвигнуты 3 паровые молота, изъ которыхъ два 15-ти тонныя ¹⁾ и одинъ 7-ми тонный.

Далѣе идутъ печи для шинъ, и одна для нагрѣванія осей (для вагоновъ тендеровъ, и проч.).

Паровая вертикальная машина въ 500 силъ приводитъ въ дѣйствіе обжимной и отдѣлочный шинопрокатные станы и съ другой стороны машины установленъ станъ для прокатки осей и большихъ предметовъ фигурныхъ профилей.

Далѣе идетъ отдѣленіе для центрированія шинъ (бандажей), пилы и проч. Прокатанные предметы поступаютъ въ отдѣлочную. Стоимость всего сооруженія прокатной=463700 р. с.

3) Рельсоотдѣлочная.

При ширинѣ 60 м., въ длину занимаетъ пространство въ 45 м., слѣдов. площадь=2700 м². Конекъ крыши расположенъ перпендикулярно къ оси рельсопрокатной. Отдѣлочную можно раздѣлить на 3 части, по 15 метровъ длиною. Въ первой части нагрѣваютъ, выглаживаютъ и охлаждаютъ прокатанные предметы. Въ двухъ остальныхъ отдѣленіяхъ паровая машина, посредствомъ приводовъ, заставляетъ дѣйствовать машины для окончательной обработки прокатанныхъ предметовъ, каковы: машины для обдѣлки концовъ рельсовъ, для пробивки и сверленія дыръ и т. п. Стоимость отдѣлочной фабрики = 97100 руб. с.

4) *Бессемеровскія воздухоудовныя машины.* Машины помѣщаются въ лѣвой части зданія (8), шириною 30 м., длиною 28 м. (площадью 840 м.²) и высотой 7 м. Машины воздухоудовныхъ двѣ, совершенно одинако-

¹⁾ Это два молота *Конде*, фирмы *Серень*, по устройству совершенно сходные съ описанными въ вѣществѣ сочиненія „*Основы Машиностроенія*“ таблиц. 132, но только большей величины.

вѣхъ размѣровъ. Машины эти двойныя, горизонтальныя съ маховымъ колесомъ.

Діам. паровыхъ цилиндровъ 0,75 м. }
 „ воздуходуви. „ 1 м. } ходъ поршней 1 1/2 м.

При нормальной скорости поршней = 1,25 м. въ 1 сек. или 75 м. въ 1 м., или слѣдов., при числѣ оборотовъ: $\frac{60 \cdot 1,25}{2 \cdot 1,5} = 25$, каждая машина

даетъ колич. воздуха въ 1 м. = $0,9 \frac{\pi 1^2}{4} \cdot 1,50 \cdot 2 \cdot 25 = 105 \text{ м.}^3$.

Двѣ машины, при нормальномъ ходѣ, могутъ дать 210 м.³ воздуха въ 1 м., или 21 м.³ на 1 тонну садки, одного конвертора. При максимальномъ количествѣ воздуха на 1 тонну садки до 33 м.³ въ 1 м.¹⁾, количество 210 м.³ достаточно для 7 тонной садки. Но пуская машину нѣсколько съ большею скоростью, они могутъ служить и для садокъ въ 10 тоннъ. Продолжительность процесса = 10 м.

Конверторы дѣйствуютъ попеременно.

Сгущенный воздухъ поступаетъ въ регуляторъ 1,5 м. въ діаметрѣ, при длинѣ 15 м. Упругость воздуха = до 2 атмосферъ.

Въ пространствѣ между двумя воздуходувными машинами установленъ аккумуляторъ (*Армстронга*) съ діам. поршня 0,556 м.²⁾ при ходѣ поршня въ 4 м. Нагрузка 3000 пуд. (приблизительно 50000 к.). Этой нагрузкѣ соотвѣтствуетъ давленіе воды = $\frac{50000}{2428} =$ до 21 к. на 1 □ сантиметръ,

или 21 атмосферъ.

Для дѣйствія аккумулятора служатъ два двойныхъ паровыхъ насоса съ двумя паровыми цилиндрами и 4 скалковыми поршнями каждый.

Діам. паровыхъ цилиндровъ 0,44 м. }
 „ насосныхъ поршней 0,125 м. } Ходъ поршней 0,5 м.

Въ этомъ же зданіи помѣщены 3 паровые питательные насоса, для группы паровыхъ котловъ, расположенныхъ рядомъ, въ правой части зданія (8). Вода въ котлы поступаетъ изъ нагревателя, нагреваемого отработаннымъ паромъ насосовъ. Бессемеровскія же мѣха имѣютъ отдѣльный паровой холодильникъ (центральное охлажденіе).

Вся эта постройка стоитъ 121000 руб. с.

5) *Главная группа паровиковъ*. Въ правой части зданія (8) помѣщена группа паровиковъ для вѣхъ передѣльныхъ производствъ. Ширина этой части зданія 26 м., длина 56 м. Площадь = 1456 м.². Эта часть отдѣлена отъ помѣщенія воздуходувныхъ машинъ брандмауеромъ. Зданіе это не за-

¹⁾ См. нашу *Справочную Книгу* 1879 г., страниц. 215. На 1 тонну садки въ 1 м. выдѣляется среднимъ числомъ 15—20 м.³ воздуха, но въ частныхъ случаяхъ оно больше, до 28 м.³. Продолжительность процесса 15—20 минутъ. Цифра 33 м.³ значительно превышаетъ эти цифры.

²⁾ Площадь поршня = 2428 □ см.

кончено, въ предположеніи въ будущемъ удлиннить его. Здѣсь помѣщено 14 паровыхъ котловъ, съ нагрѣвателями, всѣ одинаковаго типа и размѣровъ. Каждый котель состоитъ изъ верхней цилиндрической части, діам. 1,6 м. и длиною 15 м. и подѣ нимъ расположеннымъ однимъ нагрѣвателемъ, діам. 1 м. и длиною 13,15 м. Нагрѣватель съ котломъ, впереди, соединенъ трубчатымъ приборомъ *Макъ-Николя*. Этотъ приборъ расположенъ выше рѣшетки и имѣетъ 52 трубки, длиною 2,6 м. и діам. 0,100 м.

Нагрѣвательная поверхность каждого котла 125 м.² и трубчатого прибора 42 м.². Полная нагрѣвательная поверхность каждого котла 167 м.², а всѣхъ 14=2338 м.².

Для этой группы котловъ служатъ двѣ кирпичныя дымовыя трубы, высотой 50 м., при верхнемъ діаметрѣ 3 м. Сѣченіе двухъ трубъ слѣдовательно=14,14 м.². или $\frac{1}{163}$ нагрѣв. поверхности паровыхъ котловъ. Положивъ 1 до 1,25 м.² нагрѣв. поверхности на 1 силу, общая сила всѣхъ паровыхъ котловъ будетъ простираться до 2000 п. л. Эта постройка стоитъ 228500 руб. с., или около 100 руб. на 1 м.² нагрѣв. поверхности, или 10 руб. за 1 кв. футъ.

к) Отдѣленіе печей Сименса-Мартена.

Печи эти помѣщаются въ зданіи (9) 60 м. шириною и 105 м. длиною, расположенномъ рядомъ съ бессемеровской литейной. Здѣсь имѣется два отдѣленія: въ первомъ помѣщается литейная. Конекъ крыши расположенъ перпендикулярно къ длинѣ зданія. Высота 9 м. Во второй части помѣщается прокатная.

Въ лѣвомъ концѣ зданія находятся 20 въ рядѣ расположенныхъ генераторовъ. Площадь рѣшетки каждого 1,8 м.². Въ сутки во всѣхъ генераторахъ будетъ сожигаться 4 вагона=2400 пуд. угля. На 1 генераторъ въ 1 часъ причитается $\frac{2400}{20,24}=5$ пуд. или 82 klg. угля. Количество угля, сож-

гаемаго въ 1 часъ времени на 1 м.² рѣшетокъ генераторовъ = $\frac{82}{1,8} = 46 \text{ к. } ^1)$

Собственно литейную можно раздѣлить на 2 отдѣленія.

Въ первомъ устроена площадка (поперекъ зданія) высотой 2 м. для склада сырыхъ матеріаловъ, каковы: руда, чугуны, ломъ, куски рельсовъ, известь и т. п., идущихъ въ обработку въ печахъ Сименса-Мартена. Ниже площадки проведены къ печамъ каналы и газопроводныя трубы съ регулирующими клапанами.

Во второмъ отдѣленіи литейной помѣщаются 4 большія печи *Сименса-Мартена* съ регенераторами. Вместимость каждой печи 15 тоннъ, такъ что

¹⁾ Въ обыкновенныхъ топкахъ паровыхъ котловъ, на 1 м.² рѣшетки въ 1 ч. сожигается до 100 к. каменнаго угля (См. нашъ курсъ паров. маш. Т. I, стр. 47).

въ сутки печь можетъ вырабатывать 120 до 180 тоннъ стальной болванки, на что будетъ расходоваться 33 до 40 тоннъ угля. Непосредственно передъ печами устроена яма (каналъ) глубиною въ 1 м. Надъ нею расположены рельсы, по которымъ ходить телѣжка съ литейнымъ ковшомъ. Передъ ямой въ одну линію расположены 6 гидравлическихъ крановъ, для подъема формъ и болванокъ.

Во второй части зданія помѣщаются 4 большія нагрѣвательныя печи, каждая съ паровикомъ; 6--нагрѣвательныхъ и сварочныхъ печей и большой прокатный станъ съ паровою машиною въ 500 силъ, для листового и другихъ сортовъ желѣза и стали. Имѣются запасные валки и для кровельнаго желѣза. Тутъ же устанавливаются обжимной и отдѣлочный станъ для котельнаго желѣза. Кромѣ того имѣется машина для волнистаго желѣза.

Вся эта фабрика имѣетъ стоимость 528000 руб. с.

1) Пудлинговая фабрика (Таблиц. VI, 9 bis).

Зданіе пудлинговой фабрики 45 м. шириною и 68 м. длиною, занимаетъ площадь 3060 м.² и заключаетъ 10 пудлинговыхъ печей *Бишери* (*Bichereux*). При каждой печи имѣется паровикъ съ нагрѣвателемъ, въ 600 м.² нагрѣвательной поверхности, и дымовая труба діам. 6,75 м., при высотѣ 24 м.

По срединѣ зданія, ниже почвы, проведенъ высокій и широкій каналъ для золы. Здѣсь же установлено два молота и обжимной станъ для крицы.

Возможная суточная производительность фабрики=50 тоннъ крицы, при расходѣ 43 тоннъ угля.

Стоимость пудлинговой фабрики 192500 руб. с.

и) Проволочная (Таблиц. VI, 10).

Въ зданіи (10) 45 м. ширины и 100 м. длины, куски мильбарса, поступающіе изъ обжимнаго стана пудлинговой фабрики, снабжаются въ особыхъ валкахъ продольными желобами. По охлажденіи, посредствомъ особыхъ снарядовъ, они разбиваются на куски, изъ которыхъ составляются пакеты, поступающіе въ сварочныя печи. Въ началѣ предполагается устроить только 4 печи.

Пакеты будутъ прокатываться въ станѣ съ тройными валками, обжимными, отдѣлочными и полировочными, приводимыми въ дѣйствіе паровою машиною въ 50 силъ. Проволочно-прокатный станъ приводится въ дѣйствіе вертикальною паровою машиною въ 400 силъ. Въ этой же фабрикѣ имѣются печи для отжиганія, ножицы, машины для правки, заостренія концовъ и т. п.

Полная стоимость этой фабрики 209000 руб.

При нашемъ посѣщеніи этой фабрики еще не было.

о) ФАБРИКА ОГНЕУПОРНАГО КИРПИЧА.

Фабрика эта устроена извѣстною фирмою *Andenne*, въ Бельгii. Общество Каменскаго завода поступило весьма рационально, сдѣлавъ заказъ на поставку всѣхъ огнепостоянныхъ матеріаловъ для первыхъ двухъ доменъ фирмъ *Andenne*, съ условіемъ, чтобы она устроила, подъ руководствомъ своего инженера, фабрику въ Каменскомъ, для туземнаго производства кирпича. Такимъ образомъ, въ Каменскомъ заводѣ теперь имѣется прекрасная фабрика, изготовляющая огнеупорные кирпичи изъ туземныхъ сырыхъ матеріаловъ.

Эта фабрика состоитъ изъ слѣдующихъ отдѣленій:

Котловой, 22 м. длиною и 13 м. шириною. Котель Корнуельской системы, длиною 10 м., при діаметрѣ корпуса 2,20 м. и внутренней трубы 0,65 м. Нагрѣвательная поверхность котла 75 м². Желѣзная дымовая труба имѣетъ діам. 1³/₄ м., при высотѣ 32 м.

Машиннаго отдѣленія, 27 м. длиною и 14 м. ширины, двухэтажное. Въ нижнемъ помѣщается гориз. паровая машина въ 50 силъ, съ охлажденіемъ пара. Золотники извѣстной системы *Bede et Farcot*¹⁾.

Въ сосѣднемъ помѣщеніи находится дробилка *Блека*, 2 пары валковъ и двое бѣгуновъ. Раздробленный и молотый матеріалъ, помощію элеватора, поднимается во второй этажъ, гдѣ сортируется ситами, по крупности зеренъ, и смѣшивается (подъ вращающимися вертикальными ножами). Затѣмъ онъ возвращается въ нижній этажъ.

Сильно обожженная, молотая и просѣянная огнеупорная глина смѣшивается въ *сухомъ состояніи*²⁾ тщательно, равномерно съ просѣянными шамотомъ и затѣмъ прибавляютъ столько воды, чтобы составъ былъ пластиченъ. Глина употребляется возможно въ меньшемъ количествѣ.

Сушильня. Площадь, занимаемая сушильней, имѣетъ длину 60 м. и ширину 33 м., или 1980 м². Крыша устроена *въ зубцы*, съ освѣщеніемъ сверху. Здѣсь производится формовка и сушка кирпича. Формовка огнеупорнаго кирпича *ручная*, въ деревянныхъ формахъ, въ которые съ размаха бросается пластичная масса. Обыкновенные кирпичи работаютъ по одному человѣку, а большіе по нѣскольکو. Въ послѣднемъ случаѣ уплотненіе массы въ формахъ производить ручными пестами.

Ручнымъ способомъ приготовляются и самыя большіе кирпичи въ 24 пуда вѣсомъ, для доменныхъ печей. Кирпичи, достаточно высушенные въ сушилахъ, поступаютъ въ обжигательныя печи.

¹⁾ См. нашъ курсъ паров. машинъ, т. II, таблиц. XIX, фиг. 275.

²⁾ Этотъ способъ хотя дороже, но имѣетъ преимущество предъ общеупотребительнымъ способомъ, причѣмъ глина сначала смѣшивается съ водою, и полученный иль, обработанный подъ бѣгунами, смѣшивается съ шамотомъ. При этомъ глина совсѣмъ лишается зерна и равномерное смѣшеніе ея съ шамотомъ во всей массѣ не достигается въ должной степени.

Обжигательныя печи.

Зданіе, въ которомъ помѣщаются 3 обжигательныя печи, имѣетъ 33 м. длины, при 12 м. ширины. Вскорѣ будетъ устроена 4-я печь. Печи имѣютъ отдѣльныя и общую трубу. Общей трубой пользуются зимой, причемъ борова, ведущіе къ ней и расположенные подъ поломъ сушиль, даютъ теплоту, идущую съ пользою для сушки кирпича. Лѣтомъ, построенная общая труба не дала надлежащую тягу, а потому пользуются отдѣльными трубами, а сушка успѣшно происходитъ въ тепломъ воздухѣ южнаго климата.

Мѣсячный расходъ сырыхъ матеріаловъ данной фабрики.

Фабрика огнеупорнаго кирпича требуетъ въ мѣсяцъ:

Огнеупорной глины. . .	35000 пуд.	
Обожженаго шамота. . .	15000	} 29000
Кварцеваго песка. . .	14000	
Всего. . .	64000 пуд.	

Горючаго матеріала:

Угля и антрацита для выпалки кирпича . .	20000 пуд.
Угля для сушки глины.	3000 "
Угля для паровой машины	2800 "
	25800 пуд.

Итого на 1 пуд. огнеупорныхъ издѣлій причитается круглымъ числомъ 0,4 пуда угля.

p) Вспомогательныя мастерскія (Табл. VI, 11).

Эти мастерскія занимаютъ площадь въ *ошь* десятины, огорожены заборомъ и состоятъ изъ слѣдующихъ отдѣловъ:

1) *Литейная*. Площадь, занимаемая литейной, = 720 м². Вдоль зданія, по рельсамъ, можетъ передвигаться 8-ми тонный паровой крапъ. Такихъ краповъ имѣется два. Вагранокъ 2, высотой 6 м. и діам. 0,6 и 1 м. Часовая производительность обѣихъ до 6000 к. = 6 тоннамъ. Уже произведено много отливокъ, изъ которыхъ нѣкоторыя вѣсомъ до 7 и 8 тоннъ. Вентиляторъ для вагранокъ приводится въ дѣйствіе отъ 25 с. локомотива. При литейной имѣются сушила и приспособленія, для отливки прокатныхъ валковъ изъ закаленного чугуна.

2) *Механическая мастерская, двухэтажная.* Эта мастерская и точильное отдѣленіе занимаютъ площадь въ 400 м.². Во второмъ этажѣ помѣщается модельное отдѣленіе. Въ нижнемъ этажѣ находятся 11 станковъ: токарныхъ, сверлильныхъ, винторѣзныхъ, строгательныхъ и т. п., и потребное число тисковъ.

3) *Кузнечное и котельное* отдѣленія устроены на пространствѣ 700 м.². Здѣсь имѣются: 12 кузнечныхъ горновъ, 1 нагрѣвательная печь, 3 машины для приготовленія заклепокъ и болтовъ, 2 большихъ ножницъ, 4 машины для пробивки дыръ, 1 машина для гнутья листового желѣза и проч. Въ мастерскихъ имѣется большой передвижной кранъ, для нагрузки и выгрузки тяжеловѣсныхъ предметовъ. Затѣмъ имѣются въ достаточномъ количествѣ ворота, блоки и проч. подъемные снаряды.

Всѣ мастерскія какъ между собою, такъ и съ заводомъ соединены множествомъ рельсовыхъ путей.

Далѣе къ перевозочнымъ средствамъ завода относятся:

2 малыхъ локомотива (*кукушки*) съ вертикальными котлами, вѣсомъ по 12 тоннъ, и 1 большой паровозъ съ тендеромъ въ 36 тоннъ, для движенія въ Запорожье.

Электрическое освѣщеніе. Для электрическаго освѣщенія служитъ факверковая постройка, гдѣ находятся: паровой котель, 16-ти сильная двойная паровая машина, 1—динамо-электрическая машина системы *Шукертъ*, для 8 штукъ дифференціальныхъ дуговыхъ лампъ, которыя освѣщаютъ всю заводскую площадь, и 1 динамо-электрическая машина системы *Сименсъ-Компундъ* на 60 валильныхъ лампъ, которыя въ разныхъ мѣстахъ освѣщаютъ ночью.

Стоимость всѣхъ этихъ сооружений, со всѣми принадлежностями = 150000 р. с.

Полная стоимость устройства всего завода до 3.700,000 р., не считая покупки земель и устройства рудниковъ.

Конспектъ сырыхъ матеріаловъ, потребныхъ ежедневно для дѣйствія Каменскаго завода.

Горючій матеріалъ будетъ, по большой части, доставляться изъ *Гришина*, находящагося въ 229 верстахъ разстоянія отъ завода. Но до полного устройства *Гришинскихъ* копей, уголь и коксъ будутъ доставляться изъ *Донецкаго бассейна*. Известь доставляется оттуда же. Руда получается изъ *Саксагані* (Кривого-Рога), на разстояніи 144 верстъ, и огнепостоянная глина изъ *Божедаровки*, въ разстояніи 65 верстъ.

Потребности сырыхъ матеріаловъ показана въ слѣдующей таблицѣ:

Суточная потребность сырыхъ матеріаловъ для Каменскаго завода.

Родъ матеріаловъ.	Количество выраж. въ ва- гонахъ ¹⁾	Разстояніе перевозки. версты.	Соотв. число вагоно- верстъ.
У г л я.			
1) Для коксовальныхъ печей.	34		
2) Для 30 пудлинговыхъ, сварочныхъ и нагревательныхъ печей.	13		
3) Для генераторовъ Сименсъ-Мартена	4		
4) Для главной группы паровиковъ. .	16		
5) Для разныхъ литейныхъ	4		
6) Для электрическаго освѣщенія и во- доснабженія	2		
7) Для фабрики огнеупорнаго кирпича	1,5		
8) Для отопленія конторы и квартиръ	2		
Всего до . .	75 ваг.= =45000 пуд.	229	18320
9) Извести.	5	229	
10) Руды	40	144	5760
11) Огнеупорной глины	2	65	130
Всего. . .	122 ваг. ²⁾	—	24210

Въ этихъ цифрахъ не включены: подвозка старыхъ рельсовъ, стараго желѣза и другихъ матеріаловъ и отправка готовыхъ товаровъ. Одинъ этотъ заводъ доставить Екатерининской (отчасти Донецкой) желѣзной дорогѣ въ годъ болѣе 25 милліоновъ груза (!).

Въ отношеніи доставки руды не представляется тревогъ, потому что Екатерининская дорога имѣетъ достаточно вагоновъ, что же касается исправной доставки кокса и угля по Донецкой дорогѣ, заводоуправленіе не вполне спокойно.

Предполагаемая стоимость чугуна. Стоимость 1 пуда руды съ доставкой въ заводъ обойдется въ 6—6½ коп., а именно:

¹⁾ По 600 пуд. полезнаго груза.

²⁾ Въ годъ это составитъ до 15 милліоновъ пудовъ угля и около 10 милліоновъ пуд. руды глины и извести.

аренда	0,5 к.
добыча	2 "
различные расходы	1 до 1,5
фрахтъ	3
Всего	6 до 6 1/2 к.

Цѣнность кокса 18 коп. с. за пудъ.

Слѣдовательно: стоимость сырыхъ матеріаловъ почти такая же, какъ и въ *Брянскомъ* заводѣ. Въ началѣ цех. стоимость чугуна предполагается до 60 коп. с., но затѣмъ она постепенно будетъ уменьшена. Цеховая стоимость чугуна ниже 45 коп. с. за 1 пудъ здѣсь признается невозможною. Условія дѣйствія Каменскаго завода подобны условіямъ дѣйствія *Брянскаго* завода (см. § 2).

Въ заключеніе описанія *Каменскаго* завода остается только искренно пожелать полнаго успѣха этому грандіозному предпріятію, въ чемъ трудно сомнѣваться, если только желѣзныя дороги окажутся на высотѣ своего призванія.

Мы желали сообщить нѣкоторыя дополнительные свѣдѣнія о настоящемъ положеніи дѣла на этомъ заводѣ, но, къ сожалѣнію, за уходомъ г. *Бассона*, болѣе никакихъ свѣдѣній намъ доставлено не было.

Судя по сдухамъ, вслѣдствіе недостатка въ подвозкѣ топлива, открытіе дѣйствія Каменскаго завода откладывается до будущей весны. Это весьма печально и крайне убыточно для новаго предпріятія, стоившаго до 4 миліоновъ руб. с.

§ 4.

Общество перваго антрацитоваго завода, Сулиновскій чугуноплавильный и желѣзодѣлательный антрацитовый заводъ Д. А. Пастухова.

Заводъ этотъ основанъ *Д. А. Пастуховымъ*, въ 1869 г., при сліяніи рѣчекъ Большой Гнилуши и Кундрючей, близъ станціи *Сулинъ*, Козлово-Воронежско-Ростовской желѣзной дороги. Отъ станціи къ заводу проведена ширококолейная желѣзнодорожная вѣтка, въ двѣ версты длиною, идущая почти параллельно транзитному пути, такъ что, подъѣзжая къ ст. *Сулинъ*, заводъ г. Пастухова хорошо видѣнъ изъ оконъ вагона.

Время постройки этого завода совпадаетъ со временемъ опытной плавки въ *Лисичанскѣ* и съ началомъ дѣятельности г. Юза.

Не имѣя еще удачныхъ примѣровъ водворенія доменной плавки на коксѣ на Югѣ Россіи, *Д. А. Пастуховъ*, намъ неизвѣстно, по собственной инициативѣ или по совѣту другихъ лицъ, рѣшилъ основать доменную плавку на антрацитѣ, въ мѣстности, еще мало изслѣдованной въ отношеніи качества рудъ. Подобный шагъ, въ то время, намъ казался весьма смѣлымъ, тѣмъ болѣе,

что плавка на антрацитѣ представляетъ гораздо больше трудностей, нежели плавка на коксѣ, и людей, специально знакомыхъ съ плавкой чугуна на этомъ топливѣ, тогда у насъ не имѣлось. Мы полагаемъ, что Д. А. Пастухову теперь лучше, нежели кому-либо, извѣстны тѣ трудности, которыя приходится преодолевать, при водвореніи въ край совершенно новаго дѣла.

Рядъ непрерывныхъ неудачъ и безпрестанныя остановки въ дѣйствіи антрацитовою доменной печи не обезкуражили энергичнаго заводчика. Преслѣдуя настойчиво принятую на себя задачу, Д. А. Пастуховъ въ періодъ времени, спустя 15—20 лѣтъ послѣ основанія завода, наконецъ, достигъ исполнѣ хорошихъ результатовъ въ техническомъ отношеніи. Сооруженіе перваго антрацитоваго чугуноплавильнаго завода въ Россіи есть дѣло рукъ Д. А. Пастухова, имя котораго, поэтому, останется навсегда почетнымъ въ исторіи развитія горнозаводскаго дѣла въ Россіи. Заслуга Д. А. тѣмъ еще болѣе значительна, что дѣло свое онъ велъ исключительно на свои средства, и если когда воспользовался помощію Правительства, то въ весьма небольшихъ размѣрахъ. Но, въ длинный періодъ времени, въ продолженіи котораго Д. А. трудился надъ своей антрацитовой домной, металлургія сдѣлала гигантскіе шаги впередъ, вслѣдствіе чего, по своимъ размѣрамъ и производительности, Сулинская доменная печь (вмѣстимостью въ 150 м³) уже не исполнѣ отвѣчаетъ современнымъ требованіямъ, когда доменные печи вмѣстимостью въ 300 и 400 м³ сдѣлались заурядными. Поэтому мы полагаемъ, что для успѣшной конкуренціи Сулиновскаго завода, въ экономическомъ отношеніи, съ вновь возникшими коксовыми чугуноплавильными заводами на югѣ Россіи, необходимо увеличить размѣры печей и усилить механическія средства завода.

Но подобныя улучшенія, требующія громадныхъ расходовъ, затруднительныя для одного лица, доступны лишь средствамъ К^о, а потому мы полагаемъ, что рано или поздно необходимо будетъ прибѣгнуть къ учрежденію солидной компаніи, для эксплуатаціи Сулиновскаго завода.

Первымъ строителемъ Сулиновской доменной печи былъ горный инженеръ Н. Ф. Мещеринъ, который, однако, вскорѣ оставилъ заводъ, и затѣмъ Д. А. Пастуховъ самолично велъ дѣло плавки, имѣя заграничныхъ доменныхъ мастеровъ.

Сырые матеріалы. Въ окрестностяхъ завода встрѣчаются правильныя папастованія желѣзныхъ рудъ, въ видѣ глинистыхъ и бурыхъ желѣзняковъ, съ содерж. 40 и до 50% желѣза, но по большей части кремнистыхъ.

По изслѣдованіямъ Г. П. Гельмерсена, группа Сулиновскихъ пластовъ тинется, почти непрерывно, до Криничной, на протяженіи 30 верстъ. Не исполнѣ удовлетворительное качество мѣстныхъ рудъ для выплавки передѣльнаго чугуна, заставило и Д. А. Пастухова прибѣгнуть къ помощи богатыхъ и чи-

стыхъ рудъ Кривого-Рога ¹⁾, количество которыхъ въ шахтѣ доменной печи, въ нѣкоторые періоды, въ 1,7 разъ превосходило количество мѣстныхъ рудъ. Для литейнаго чугуна, какъ извѣстно, кремній составляетъ неотъемлемую принадлежность и потому мѣстныя руды для этой цѣли вполнѣ пригодны.

Въ окрестностяхъ *Сулина* имѣются антрацитовыя залежи ²⁾, которыя разрабатываются неглубокими шахтами. Мы посѣтили одну изъ таковыхъ, принадлежащую *Д. А. Пастухову*, гдѣ имѣется небольшая двойная горизонтальная угледобытчная машина. Надшахтный коперъ устроенъ изъ полового и углового желѣза. Мѣстный антрацитъ, добываемый съ небольшой глубины 16—25 саж., не имѣетъ надлежащей плотности (слабый), а потому онъ употребляется только для отопленія котловъ и для желѣзодѣлательной фабрики. Для доменнаго же производства доставляется болѣе плотный Грушевскій антрацитъ, добываемый изъ шахтъ глубиной въ 60—80 саж. (*Кошкина, Отто* и проч.). Отъ станціи *Сулинъ* до станціи *Шахтная* (на Грушевкѣ) всего разстояніе 26 верстъ, по Воронежско-Ростовской желѣзной дорогѣ.

Стоимость сырыхъ матеріаловъ. Стоимость 1 пуда сырыхъ матеріаловъ, доставленныхъ въ заводъ, слѣдующая:

Грушевскій антрацитъ	12	к.
Мѣстная руда	8	"
Флюсъ	1 $\frac{1}{2}$	"
Мѣстный антрацитъ	7	"
Криворожская руда	16	"

Мѣстныя руды—бурые желѣзняки, довольно бѣдные, съ значительнымъ содержаніемъ кремнія и фосфора, слѣдовательно, болѣе пригодны для литейнаго, нежели передѣльнаго чугуна. Составъ ихъ слѣдующій:

Сѣры	0—1%
P ₂ O ₅	0,8—4%
SiO ₂	10—17%
Металлическаго желѣза	30—50%

О составѣ криворожскихъ рудъ (краснаго желѣзняка и желѣзнаго блеска) см. § 1 и 3.

Обжиганію подвергаются только наиболѣе бѣдные сорта мѣстныхъ рудъ.

¹⁾ Доставляемыхъ изъ разстоянія 650 в., и именно:

Сулинъ-Зыброво =	22 в.
Зыброво-Дебальцево =	145 "
Дебальцево-Ясиноватая =	58 "
Ясинов.—Кривой-Рогъ =	425 "
	650 в.

²⁾ Базисъ завода буровыми работами открытъ 4 пласта антрацита, мощностью до 3 $\frac{1}{2}$ ф.

Чугуноплавильный (доменный) заводъ.

Въ заводѣ имѣется всего одна доменная печь, шотландской системы, на чугунныхъ колоннахъ (круглаго сѣченія) и съ наружнымъ (цилиндрическимъ) кожухомъ изъ листового желѣза. Наружный діам. кожуха 22'. Футеровка печи изъ англійскаго огнеупорнаго кирпича.

Внутренніе размѣры печи (см. таблиц. XII, фиг. 4).

Высота 45 ф. = 13,72 м.

Діам. распара. . 15' = 4,57 "

" колошника . 8' = 2,44 "

" горна . . 6' = 1,83 "

Высота его . . 5,75 = 1,89 "

Высота отъ пода до гориз. фурмъ 3' = 0,915 м.

Вмѣстимость (объемъ печи) = 5000 куб. ф. = около 150 м³ круглымъ числомъ ¹⁾.

Вмѣстимость горна до центра фурмъ = $\frac{\pi 6^3}{4} \cdot 3 = 84,81$ куб. ф., чему соотв. скопъ чугуна до = 84,81 · 12,5 = до 1000 пуд. Въ дѣйств. не болѣе 800—900 пуд. Число спелъ 6; діам. ихъ измѣняется, сообразно ходу рабѣть, отъ 3" до 4¹/₂" ²⁾.

Доменная печь съ закрытымъ колошникомъ была устроена горнымъ инженеромъ *Н. Ф. Мещеринымъ*. Въ началѣ былъ устроенъ на колошникѣ газозуловительный приборъ системы *Парри (Parry)*, съ боковымъ отводомъ газовъ, но впослѣдствіи онъ былъ замѣненъ приборомъ извѣстной системы *Гоффа (Hoff)*, съ центральнымъ отводомъ газа, при которомъ выигрывается нѣсколько въ высотѣ доменной печи и самый отводъ газа—болѣе правильный. Доменная печь, подобно тому какъ и въ Лисичанскѣ, прислонена къ холму, такъ чтобы мѣстные сырые матеріалы:—руда, флюсъ и антрацитъ,—доставляемые со стороны горы, могли поступать на колошникъ печи безъ всякаго подъемнаго устройства. Но этотъ первоначальный планъ самъ собой рушился, какъ скоро пришлось доставлять грушевскій антрацитъ и криво-рожекскую руду, привозимые по желѣзной дорогѣ, расположенной на уровнѣ почвы завода. Поэтому, устройство колошниковаго подъема въ настоящее время представляется вполне необходимымъ, для замѣны конной доставки на верхнюю площадь. На верху же расположены и рудообжигательныя печи.

Дутье. Воздухъ нагревается въ чугунныхъ пневматическихъ приборахъ (*Pistolenröhren-apparate*) до температуры 280°—300° Ц. Нѣтъ сомнѣнія, что

¹⁾ Принималъ нѣкоторый разгаръ печи, въ среднѣ кампаніи.

²⁾ Если замѣчается повышеніе температуры въ доменной печи отъ избытка воздуха и сильное нагреваніе горновыхъ стѣнокъ, то 4" сопла замѣняются 3", чтобы замедлить ходъ воздуха и отдалить отъ стѣнокъ поясъ горнія и приблизить его къ оси горна.

съ введеніемъ новѣйшихъ приборовъ для нагрѣва воздуха, изъ огнеупорныхъ матеріаловъ, достигнется значительная экономія въ топливѣ и увеличится производительность печи. Д. А. Пастуховъ намѣренъ устроить приборы системы извѣстнаго германскаго инженера Люрмана (Lügmann), съ которыми онъ и вошелъ въ соглашеніе. Детальные чертежи этихъ приборовъ уже доставлены въ заводъ. Отъ приборовъ Коупера приборы Люрмана отличаются главнѣйше центральнымъ подводомъ газа во внутренность прибора ¹⁾.

250 с. воздуходувная машина. Машина эта, по даннымъ Н. Ф. Мещерина, построена въ Англіи. Это двойная, горизонтальная паровая воздуходувная машина, съ нагрѣвателемъ, для пользованія теплотою отработаннаго пара. Клапаны у воздуходувныхъ цилиндровъ съ кожанными шарнирами. Распределеніе пара въ каждомъ цилиндрѣ совершается посредствомъ четырехъ корнуельскихъ клапановъ, дѣйствующихъ отъ кулачковъ. Каждый кулачный валикъ приводится въ дѣйствіе отъ вала махового колеса помощью четырехъ шестеренъ: двухъ прямыхъ и двухъ коническихъ. Первая прямая шестерня укрѣплена на валу машины, отъ котораго сообщается движеніе валу лежащему, короткому, параллельному валику, и уже отъ этого послѣдняго, помощью пары коническихъ шестеренъ, передается движеніе длинному кулачному валику, расположенному параллельно къ оси машины, а слѣдовательно перпендикулярно къ валу маховика.

Этимъ устройствомъ достигнута возможность расположенія кулачнаго валика ниже оси вала махового колеса. Главные размѣры машины:

Діаметръ воздуходувныхъ цилиндровъ = $6\frac{1}{2}'$ = около 2 м.

„ паровыхъ „ „ $3' 3''$ = „ 1 м.

Отношеніе діаметровъ воздух. и паров. ц. = $\frac{2}{1}$.

Ходъ поршней $6'$ = 1,83 м.

Нормальное число об. въ 1 м. = 22

Средняя скорость поршня: $\frac{2 \cdot 6 \cdot 22}{60} = 4,4' = 1,34$ м.

Количество воздуха, доставляемое въ 1 м.

$$0,8 \cdot \frac{\pi (6,5)^2}{4} \cdot 6 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 22 = 14000 \text{ куб. ф.} = 397 \text{ м}^3.$$

Отношеніе объема воздуха къ объему доменной печи: = $\frac{397}{150} = 2,64$ ¹⁾

Упругость воздуха = 4 фунтамъ = 8'' по ртутному духомѣру. Для антрацита, по нашему мнѣнію, это мало. Упругость пара 50—60 фунтовъ по манометру, слѣдовательно, 4,16 до 5 атм. При машинѣ имѣется 7 паровыхъ котловъ.

¹⁾ Чертежъ и описаніе воздухонагрѣвательныхъ приборовъ Люрмана, между прочимъ, помѣщенъ въ „Горнозаводскомъ Листкѣ“ 1888 г., № 12.

²⁾ Это отношеніе чрезмѣрно велико. На нашъ запросъ по этому поводу, намъ было объяснено, что много воздуха терялось въ воздухопроводѣ и особенно много пропускали воздуха воздухонагрѣвательныя приборы. Это объясненіе, однако, насъ не вполне удовлетворяетъ.

Результаты плавки чугуна на антрацитѣ.

Дѣйствіе доменной печи съ самаго начала и по настоящее время производится короткими кампаніями. Остановки происходили отъ разныхъ причинъ. Вначалѣ были серьезныя неудачи, зависѣвшія отъ новизны дѣла, неопытности въ плавкѣ на антрацитѣ, представляющей спеціальныя трудности (см. дальше). Спеціалистамъ хорошо извѣстно, насколько разорительна бываетъ всякая несвоевременная остановка хода доменной печи, сопряженная съ большими расходами и потерей значительнаго времени. Затѣмъ, когда всѣ трудности были преодолены, остановка дѣйствія печи часто зависѣла отъ невыгодности плавки въ коммерческомъ отношеніи. Съ установленіемъ высокой пошлины на чугунъ и желѣзо, явились условія болѣе благопріятныя для дѣйствія печи и потому въ послѣднее время кампаніи печи сдѣлались болѣе продолжительными.

Въ 1875 г. первые мѣсяцы домна дѣйствовала на коксѣ и затѣмъ три мѣсяца на антрацитѣ. Въ 1877 году печь дѣйствовала всего два мѣсяца и остановлена вслѣдствіе поврежденія газоуловительнаго прибора. Суточные выплавки въ этотъ періодъ (на антрацитѣ) простирались отъ 600 и до 1000 пуд. Чугунъ по большей части получался половинчатый, съ значительнымъ содержаніемъ кремнія и фосфора. Въ 1883—1884 г., съ 17-го марта по 10-е апрѣля, было выплавлено 318500 пуд. чугуна и печь остановлена за недостаткомъ запаса рудъ въ заводѣ. Въ кампанію 1887—1888 г. (съ 15-го января 1887 г. по 15-ое іюля 1888 г.) было выплавлено 535000 пуд. чугуна ¹⁾. Причиною остановки домны былъ извѣстный антрацитовый кризисъ, причѣмъ на Грушевскихъ рудникахъ запасы антрацита были настолько истощены, что непредставлялось возможнымъ пріобрѣсти потребное количество антрацита даже по той ненормально высокой цѣнѣ, которая возросла на него, и именно до 25 коп. за пудъ (!) на самыхъ рудникахъ.

Въ настоящее время антрацитовая плавка ведется подъ руководствомъ пѣмецкаго доменнаго мастера, выписаннаго изъ *Вестфалии*. Благодаря любезности *Д. А. Пастухова*, мы имѣли возможность (на страниц. 72) представить детальнѣйшій журналъ дѣйствія доменной печи за апрѣль мѣсяцъ 1888 г.

¹⁾ По годамъ производительность была слѣдующая:

Въ 1877 г.	=	37 000	пудовъ.
„ 1883 „	=	275 555	„
„ 1884 „	=	42 945	„
„ 1887 „	=	304 916	„
„ 1888 „	=	230 084	„

Всего за 5 лѣтъ : 888 500 пудовъ.

Журналъ дѣйствія антрацитовою доменной печи.

НАГРУЗКА ПЕЧИ.														Получен чугуна.	
Числа.	Число колошъ.	Руда.		Флюсъ.		Антрацитъ.		Пудлинговый шлакъ.		Коксъ.		№ выпу- ска.	Въ		
		Вѣсъ.		Вѣсъ.		Вѣсъ.		Вѣсъ.		Вѣсъ.					
		Въ коло- шѣ.	Всего.	Въ коло- шѣ.	Всего.	Въ коло- шѣ.	Всего.	Въ коло- шѣ.	Всего.	Въ коло- шѣ.	Всего.				
1	17	84	3108	48	1776	90	3330	16	592	—	—	—	16		
2	32	84—80	2604	—	1536	—	2880	—	512	—	—	—	16		
3	38	80	3040	—	1824	—	3420	—	608	—	—	—	22		
4	38	—	3040	—	1824	—	3420	—	608	—	—	—	17		
5	38	—	3040	—	1824	—	3420	—	608	—	—	—	17		
6	36	80—88	2976	48—52	1776	—	3240	—	576	—	—	—	20		
7	34	88	2992	52	1768	—	3060	—	544	—	—	—	14		
8	34	—	2992	—	1768	—	3060	—	544	—	—	—	18		
9	26	—	2288	—	1352	—	2340	—	416	—	—	—	14		
10	35	—	3080	—	1820	—	3150	—	560	—	—	—	23		
11	26	—	2288	—	1352	—	2340	—	416	—	—	—	16		
12	24	88—84	2080	—	1248	—	2160	—	984	—	—	—	14		
13	33	84	2772	—	1716	—	2970	—	528	—	—	—	17		
14	27	—	2268	—	1404	—	2430	—	432	—	—	—	15		
15	24	—	2016	—	1248	60—75	1485	—	384	30—15	675	—	17		
16	27	—	2268	—	1404	75	2025	—	432	15	405	—	15		
17	21	—	1764	—	1092	75—90	1650	—	336	15	240	—	10		
18	24	84—80	2012	58—44	1240	90	2160	—	384	—	—	—	15		
19	16	80—84	1312	24—40	632	—	1440	—	256	—	—	—	6		
20	12	84	1008	40	480	—	1080	—	192	—	—	—	5		
21	19	—	1596	—	760	—	1230	—	304	90—30	480	—	11		
22	20	—	1680	—	800	60—90	1680	—	320	30	120	—	12		
23	34	—	2856	40—44	1480	90	3060	—	544	—	—	—	15		
24	28	—	2352	44	1232	—	2520	—	448	—	—	—	13		
25	32	—	2688	—	1408	—	2880	—	512	—	—	—	14		
26	25	—	2100	—	1100	—	2250	—	400	—	—	—	13		
27	23	—	1932	—	1012	—	2070	—	368	—	—	—	14		
28	27	—	2268	—	1188	—	2430	—	432	—	—	—	12		
29	30	84—92	2672	44—40	1244	—	2700	16—8	328	—	—	—	16		
30	27	92	2484	40	1080	—	2430	8	216	—	—	—	15		
		71576		—	40388	—	74310	—	13184	—	1920	—	4651		

Д. А. Пастухова, за апрѣль мѣсяць 1888 года.

Завалка на 100 пудовъ руды.		Расходъ на 1 пудъ чугуна.			Процентное содержаніе руды.	Средній выпускъ чугуна.	ПРИМѢЧАНІЯ.
Антра- цита.	Флюса.	Руды.	Флюса.	Антра- цита.			
—	—	—	—	—	—	—	Вездѣ вѣсь обозначенъ въ пудахъ.
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	На 100 п. рудной колоши: Мѣстной руды . . . 31,51% Киворожской руды . . 42,93% Пудлинговаго шлаку . 15,56%
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	Кокс. прибавлялся въ тѣхъ случаяхъ, когда требовался бо- лѣ быстрый ходъ колоши, такъ напримѣръ: при измѣне- ніи шихты.
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
89,93	47,65	1,82	0,87	1,64	54,87	1550,33	

Въ колошу на 100 пуд. руды шло:

Антрацита 72 до 96 пуд.

Флюса 30 „ 47 „

На 1 пуд. чугуна расходовалось:

Руды 1,80 до 2,50 пуд.

Флюса 0,65 „ 1,00 „

Антрацита. 1,50 „ 2,00 „

Процентное содержаніе шихты зависѣло отъ пропорціи мѣстныхъ и криворожскихъ рудъ и измѣнялось отъ 40 до 55⁰/. За апрѣль мѣсяць перевѣсъ былъ на сторонѣ криворожскихъ рудъ. Въ среднемъ же выводѣ, за всю годичную кампанію, употреблено 63⁰/. мѣстныхъ и 37⁰/. криворожскихъ рудъ. Составъ шихты былъ весьма разнообразный и зависѣлъ отъ того, для какой цѣли предназначался выплавляемый чугунъ. Чугунъ выплавляется: сѣрый, половинчатый и бѣлый.

Средняя суточная выплавка за апрѣль мѣсяць = 1550 пуд. = 25 тоннъ, или = 1 тоннѣ на 6 м³ вмѣстимости печи. Наибольшая суточная производительность = 2262 пуд. = около 38 тоннъ или = 1 тоннѣ на 4 куб. метра вмѣстимости печи ¹⁾).

Отсюда мы видимъ, что производительность Сулиновской печи *вполнѣ нормальная* по ея размѣрамъ.

Съ введеніемъ усовершенствованныхъ нагрѣвательныхъ приборовъ, изъ огнеупорныхъ матеріаловъ, по системѣ *Люрманна*, нѣтъ сомнѣнія, ходъ печи замѣтно улучшится и денная производительность ея будетъ болѣе постоянною. Небольшое количество кокса, иногда употребляемое, служить къ улучшенію хода плавки, если въ послѣднемъ замѣчается наклонность къ ухудшенію.

Точную цифру полного количества чугуна, выплавленного на Сулинскомъ заводѣ за все время его существованія намъ не удалось добыть. Какъ примѣрную цифру намъ указывали отъ 4 до 5 милліоновъ пудовъ (?).

Употребленіе антрацитового чугуна. Чугунъ изъ домны получался двоякій: передѣльный и литейный. Первый поступалъ въ пудлинговыя печи для передѣлки въ желѣзо, а литейный употребляется для различнаго рода отливокъ и преимущественно для отливки водопроводныхъ трубъ, для водопроводовъ въ различные города юга Россіи.

Производительность литейной (ваграночной) простирается ежегодно свыше 100000 пуд. отливокъ. Въ литье идетъ и ломъ, приобрѣтаемый на сторонѣ. Для выдѣлки же желѣза исключительно употребляется свой чугунъ.

Рабочая плата. Рабочая плата при доменномъ заводѣ подраздѣлена на

¹⁾ По даннымъ *Ледебура*, для коксовыхъ доменныхъ печей, выплавляющихъ сѣрый чугунъ, при вмѣстимости печи 150 до 180 куб. метр., при суточной производительности 25 до 30 тоннъ, на 1 тону причитается 5¹/₂ до 6¹/₄ куб. метровъ вмѣстимости печи.

Для большихъ печей эти цифры меньше—3 до 3,5 куб. метр. см. §§ 1 и 2. Для американскихъ антрацитовыхъ доменныхъ печей причитается 5 до 8 куб. метр. вмѣстимости печи на 1 тону суточной выплавки (см. Дополненіе къ металлургіи чугуна Перси 1880 г., профессора *Н. А. Лосса*).

три разряда, въ видахъ поощренія рабочихъ и для достиженія лучшихъ результатовъ въ дѣйствиіи доменной печи.

Профессія рабочихъ.	Рабочая плата (въ мѣсяцъ) при мѣсячной выплавкѣ чугуна.		
	36000 пуд.	42000 пуд.	48000 пуд.
	р у	б л и	с е р.
Горновые старшіе	40	47	50
„ младшіе	30	37	40
Формовщики	22 ₅₀	28 ₅₀	30
Шлаковые	18	22 ₇₅	24
Подвозчики и завальщики	24	30	31 ₅₀
Машинисты старшіе	45	52	55
„ младшіе	35	42	45
Смазчики	12	15	16
Кочегары старшіе	25	30	33
„ младшіе	24	29	32
Чистильщики котловъ	21	27	28 ₅
Кузнецы	30	36	40
Молотобойцы	18	22	24

Лѣтомъ, во время полевыхъ работъ, ощущается на заводѣ недостатокъ въ рабочихъ, въ особенности въ урожайные годы, когда на полѣ рабочій зарабатываетъ въ день до 4 руб. с. Поденная плата чернорабочему (на заводѣ) 60 до 70 к. зимой и 80 до 1 р. с. лѣтомъ.

Въ механической мастерской поденная плата слесарямъ и токарямъ = 1 р. 20 к. до 1 р. 40 к. и лучшимъ изъ нихъ до 2 р. 50 к.

Разлика и стоимость антрацитового чугуна. Въ среднемъ, при хо- рошемъ ходѣ печи, на 1 пудъ чугуна падаютъ слѣдующіе расходы:

1) Рудъ мѣстныхъ и Криворожскихъ . . .	2 п. × 11 к. = 22 к.
2) Флюса	0,7 п. × 1 „ = 0,7 к.
3) Антрацита (для плавки)	1,6 п. × 11 „ = 17,6 „
4) Рабочая плата	= 5 „
5) Матеріалы, ремонтъ и проч. расходы . . .	= 3,5 „
	48,80 к.

Антрацитъ по временамъ расходуется на котлы и воздухонагрѣв. приборы, въ помощь къ газамъ, на сумму

3,00 к.

51,80 к.

Стоимость чугуна, при ежемѣсячныхъ раздѣнкахъ, сообразно количеству выплавки, измѣняется въ предѣлахъ отъ 50 до 70 коп. с.

Чугунъ идетъ для собственнаго употребленія въ механическихъ литейныхъ какъ на самомъ заводѣ, такъ и въ механической фабрикѣ, принадлежащей Д. А. Пастухову (бывшей Фронштейна) и находящейся въ Ростовѣ.

По словамъ Д. А. Пастухова, нѣкоторые кремнистые, черные сорта антрацитового чугуна (Сулинской домны) въ вагранкахъ, въ количествѣ 10%, даже въ колошѣ бѣлаго чугуна (?), даютъ хорошія отливки.

Особенности антрацитовой плавки. Несмотря на высокую теплотворную способность антрацита, въ химическомъ отношеніи сходнаго съ коксомъ, физическія его свойства совершенно отличаются отъ послѣдняго, что имѣетъ существенное вліяніе на ходъ плавки. Антрацитъ в. плотень, трудно загорается и часто имѣетъ наклонность, при нагрѣваніи, разсыпаться на мелкіе кусочки. Эти качества весьма затрудняютъ примѣненіе антрацита для доменной плавки.

Трудно-загораемость антрацита требуетъ большой поверхности прикосновенія его съ воздухомъ, а потому антрацитъ долженъ поступать въ доменную печь въ кускахъ, достаточно мелкихъ, въ кулакѣ величиною ¹⁾. Другое средство для успѣшнаго сжиганія антрацита, легко распадающагося на мелкіе кусочки при нагрѣваніи, заключается въ примѣненіи значительно болѣе сильнаго дутья, нежели при коксовыхъ печахъ, чтобы дать возможность проникнуть газамъ черезъ слой плотно слежавшейся мелкой массы внутри печи. Высокая температура дутья также весьма существенна для сжиганія антрацита, вслѣдствіе чего и чугунные нагрѣвательные приборы непрерывно должны быть замѣнены приборами изъ огнеупорнаго матеріала.

Антрацитовыя домны, по словамъ Ледебура, особенно склонны къ образованію *заваловъ*, происходящихъ изъ смѣси порошкообразнаго антрацита со шлаками и спекшимися кусками рудной смѣси. Въ особенности склонность къ образованію подобныхъ заваловъ замѣчается послѣ выпуска чугуна, во время остановки воздуходувной машины. Только помощію сильно-нагрѣтаго и высокога давления дутья, можно предотвратить при этомъ образованіе *настылей* въ печи. Въ противномъ случаѣ нерѣдко приходится выдувать доменную печь. При хорошемъ коксѣ, подобныхъ затрудненій въ плавкѣ не существуетъ.

При одинаковомъ химическомъ составѣ антрацита съ коксомъ, на 1 пудъ чугуна его сжигается однако значительно больше нежели кокса, а потому антрацитовыя домны, по сравненію съ коксовыми, требуютъ и большаго количества вдуваемаго воздуха.

Внутреннее давленіе въ доменной печи. При минутномъ расходѣ воздуха 14000 куб. фут. атмосферной густоты при, 6-ти соплахъ діам. $4\frac{1}{2}$ ", темпера-

¹⁾ Вначалѣ въ Сулинскую печь забрасывался антрацитъ въ большихъ кускахъ (глыбахъ), при чемъ нерѣдко такіе несорѣшніе, сохранившіе первоначальную форму куски достигали горизонта фуръ.

турѣ воздуха 300° и густотѣ $h=8''$ по ртутному духомѣру, скорость истеченія воздуха изъ сопелъ (V) вычислится изъ слѣдующей формулы:

$$(1+0,00366 \cdot 300^{\circ}) \frac{30}{38} 14000 = 0,95 \quad 6 \cdot \frac{\pi \cdot (4,5)^2}{4 \cdot 144} 60 \cdot V; \text{ откуда } V=645 \text{ ф.}$$

Внутреннее давленіе въ доменной печи (z), выраженное въ дюймахъ ртутнаго столба, опредѣлится изъ слѣдующей формулы:

$$645 = 235 \sqrt{(1+0,00366 \cdot 300^{\circ}) (8-z)},$$

откуда:

$$3,41 = 8 - z,$$

и искомое:

$$z = 8 - 3,41 = 4,59''.$$

или

$$z = \frac{4,59}{8} h = 0,57 h.$$

Главныя условія дѣйствія Американскихъ антрацитовыхъ доменныхъ печей.

Размѣры печей:	Высота	20 до 23 м.
	Діаметръ распара	5 — 6 м., средн. числ. 5,5 м.
	Діам. колошника	3 — 5 м. „ 4 м.
	Діам. горна	$2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ м.
	Отнош. высоты печи діам. распара	3,5 — 5; средн. числомъ — $\frac{4}{1}$.
	Объемъ печи	300 — 400 м ³ .
	Число сопелъ	7. (до 8)
	Діаметръ сопелъ:	108 м. м.

Нагрѣвательные приборы системы *Витвелля* и *Коупера*. Густота воздуха прежде = 8 до 14'', но теперь обыкновенно 18'' до 30'' по ртутному духомѣру, а сила машинъ разсчитывается съ запасомъ для полученія, въ случаѣ необходимости, при образованіи заваловъ въ печи, густоты 100 см. = 40'' по ртутному духомѣру.

Для этой цѣли отношеніе діаметра воздухоудвѣнаго ц. къ діам. парового цилиндра дѣлается $= \frac{1,25}{1}$ до $\frac{1,5}{1}$, какъ при бессемеровскихъ мѣхахъ.

(См. нашу справочную книгу 1879 г., стр. 187) ¹⁾.

Суточная производительность такихъ печей = 40 до 50 тоннъ ²⁾, слѣдов. относительно невелика, по сравненію съ объемомъ печи. Средн. числомъ производ. антрац. домны = 56% коксовой доменной печи, одинаковой вместимости. Расходъ антрацита на 1 пудъ чугуна 1,25—1,60 пуд.

¹⁾ *Trasenster* приводитъ въ примѣръ америк. воздухоудвѣную машину, дающую густоту = 120 см. по ртути = 48'' = 1,6 атм. относит. давл., при діам. возд. ц. 2,25 м., паров. ц. 1,25 м. и ходѣ поршней 2,10 м. Отношеніе діаметра воздухоудвѣнаго цилиндра къ діам. паров. = 1,25.

²⁾ Чертежи американскихъ антрацитовыхъ доменныхъ печей имѣются въ *Revue universelle des Mines*, T. XVII, 1885, въ статьѣ „*P. Trasenster, L'Industrie siderurgique aux Etats-Unis d'Amerique*“.

Общій планъ Сулиновскаго завода. (Табл. VII).

- 1—три рудообжигательныя печи.
 - 2—известковый горнъ.
 - 3—шихтный сарай.
 - 4—доменная печь.
 - 5—семь паровыхъ котловъ, для воздухоудной машины (6).
 - 7—воздухонагрѣвательные приборы.
 - 8—общая дымовая труба для группы паровыхъ котловъ. Линія *ab* ограничиваетъ возвышенную часть завода (по лѣвую сторону) отъ низкой части, расположенной вправо.
 - 9—предполагаемая къ постройкѣ въ будущемъ доменная печь.
 - 10—матеріальный магазинъ.
 - 11—домъ Д. А. Пастухова. При домѣ имѣется прекрасный паркъ (11 bis).
 - 12—службы; здѣсь же имѣется помѣщеніе для прѣзжихъ.
 - 13—конюшни. 13 bis отдѣленія, въ которыхъ помѣщаются костыльные станки.
 - 14—водокачка, доставляющая воду въ резервуаръ (14 bis), расположенный на горѣ.
 - 15—жельзодѣлательная фабрика, въ которой находятся: 6-пудлинговыхъ и 11 сварочныхъ печей и 6-ть прокатныхъ становъ съ діаметрами валковъ: 9"—12"—18" и 19", для приготовленія различныхъ сортовъ жельза, при двухъ паровыхъ двигателяхъ, съ ремневою передачею. Ремни рѣзиновые съ холстяной тканью. 17—сварочная печь Сименса.
 - 16—складъ сортового жельза.
 - 17—механическая и литейная (съ 3-мя вагранками), заключающая слѣдующіе цеха: литейный, столярный (модельный), кузнечный, котельный и токарно-слесарный.
 - 18— фабрика огнепостояннаго кирпича.
- Кварцевый кирпичъ прессуется при посредствѣ *парового* пресса. На другихъ заводахъ нигдѣ мы не встрѣтили подобныхъ прессовъ и формовка огнепостоянныхъ кирпичей повсюду исключительно ручная, каковой отдается предпочтеніе.
- На всемъ заводѣ имѣется 8 горизонтальныхъ паровыхъ машинъ общаго силою до 800 п. л., а именно:
- | | | |
|-----------|--|--------------------------------------|
| 250 п. л. | воздухоудная машина у доменной печи. | |
| 220 п. л. | маш. съ холодильникомъ, приводящая въ дѣйствіе прокатные станы: 9", 12" и 19". | |
| 170 п. л. | привод. въ дѣйствіе 9" и 18" станы. | |
| 25 п. л. | для насосовъ, съ холодильникомъ. | |
| 12 п. л. | для бѣгуновъ. | |
| 40 п. л. | для токарной и литейной. | |
| 12 п. л. | для насосовъ и бловеровъ <i>Рута</i> | } для вагранокъ
и сварочн. печей. |
| 12 п. л. | для бловеровъ. | |

Производительность печей:

пудлинговыхъ	(каждой)	въ сутки до 250 пуд.	¹⁾
сварочныхъ	"	"	650 пуд.
часовая производ.	"	вагранки	100 пуд.

Всѣ печи дѣйствуютъ на антрацитѣ.

Главная спеціальность литейной заключается, какъ уже выше замѣчено, въ отливкѣ чугунныхъ водопроводныхъ трубъ, для водопроводовъ, сооружаемыхъ для различныхъ городовъ Юга Россіи.

Примѣчаніе: на планѣ показана только главная желѣзно-дорожная вѣтвь, соединяющая заводъ со станціею *Сулинъ*, Козлово-Воронежско-Ростовской желѣзной дороги. Мелкіе желѣзные пути, пересѣкающіе всю заводскую площадь, на планѣ не обозначены. Далѣе на планѣ показана сѣть водопроводныхъ трубъ.

Кромѣ *Сулиновскаго* завода, Д. А. Пастуховъ имѣетъ механическую фабрику въ *Ростовѣ* (бывшая Фронштейна), въ которой изготовлены многія машины для *Грушевскихъ* копей. Машины эти вообще пользуются хорошею репутаціею. Съ 1880 по 1888 г. изготовлено машинъ и механическихъ издѣлій на сумму 2.400,000 р. с. Въ 1888 г., производительность Ростовскаго завода выразилась цифрою въ 400,000 руб. с.

§ 5.

Лисичанскій казенный заводъ ²⁾ и рудникъ.

Лисичанскій чугуноплавильный заводъ былъ устроенъ казною, по инициативѣ бывшаго Директора Горнаго Департамента В. К. Рашета. Постройка завода окончена была въ 1870 г. Заводъ этотъ состоялъ изъ одной небольшой доменной печи системы Рашета, при ней баланспной 100 с. воздушной машины съ 5-ю корнуельскаго типа котлами, фабрики огнепостояннаго кирпича, водопровода и каменноугольнаго рудника съ двумя шахтами. Коксованіе производилось въ открытыхъ (Шаумбургскихъ) печахъ. Руды добывались разносамъ изъ окрестныхъ рудныхъ мѣсторожденій.

Первыя попытки выплавки чугуна на минеральномъ топливѣ относятся къ 1833—1835 гг., въ Луганскомъ заводѣ. Въпослѣдствіи былъ устроенъ заводъ около Керчи, который погибъ отъ рукъ непріятеля въ Крымскую войну. Далѣе опытная плавка была ведена въ казенномъ *Петровскомъ* заводѣ (въ

¹⁾ Печи пудлинговые и сварочныя, дѣйствующія на антрацитѣ, суть газовыя. Генераторы имѣются при каждой печи. Подъ колосники генераторовъ воздухъ вдувается струйчатыми вентиляторами *Кертиса*, а воздухъ, служащій для сжиганія газовъ въ рабочемъ пространствѣ, доставляется вентиляторами *Рута*. Для доставленія пара служатъ 13 котловъ, нагреваемыхъ тѣвующимся жаромъ пудлинговыхъ и сварочныхъ печей. Черезъ 9—10 дней печи требуютъ ремонта.

²⁾ Планъ упрядоченный.

1868 г.), подѣ руководствомъ почтеннаго горнаго инженера *А. О. Мевіуса*. Тамъ же работали и выписанный изъ Германіи инженеръ *Эрбрейхъ*. Наконецъ, въ послѣдній разъ, опытная плавка была произведена въ *Лисичанскѣ*, въ 1870 г. Къ сожалѣнію намъ не удалось нигдѣ добыть какихъ либо данныхъ о результатахъ плавки въ Петровскомъ заводѣ; равнымъ образомъ намъ въ точности неизвѣстно о мотивахъ перенесенія опытной плавки изъ Петровскаго завода въ *Лисичанскъ*. Извѣстенъ намъ только тотъ фактъ, что *чисто съ технической точки зрѣнія*, въ *Лисичанскѣ* дѣло плавки было подвинуто значительно дальше, нежели при прежнихъ попыткахъ. Опытной плавкой въ *Лисичанскомъ* заводѣ получено, при самыхъ неблагоприятныхъ условіяхъ относительно заготовки сырыхъ матеріаловъ, около 60000 пуд. вполне хорошаго чугуна. Дѣйствіе домны было остановлено единственно вслѣдствіе прекращенія въ ассигнованіи необходимаго кредита, при полной исправности всѣхъ приборовъ для дальнѣйшей службы.

Экономическое фіаско *Лисичанскаго* завода, гдѣ чугунъ обошелся около 2 руб. с. за пудъ, все же не отниметъ историческаго значенія этого завода, положившаго начало развитію горнозаводскаго дѣла на югѣ Россіи. Постройка этого завода шла параллельно съ поисками желѣзныхъ рудъ и изслѣдованіемъ коксующихъ свойствъ *Лисичанскаго* угля. Въ этомъ слѣдуетъ признать главную ошибку инициаторовъ дѣла, хотя, съ другой стороны, прекрасное мѣстоположеніе, большое селеніе и годная для судоходства рѣка *Донецъ* (при отсутствіи въ то время желѣзныхъ дорогъ) привлекли особое вниманіе тогдашняго энергичнаго директора Горнаго Департамента, *В. К. Рашета*.

Задолго до пуска въ дѣйствіе доменной печи, изслѣдованіе свойства углей и рудъ указали, что придется ожидать большихъ затрудненій въ плавкѣ чугуна. Отступленіе было однако уже невозможно, съ чисто формальной стороны дѣла, и таковое могло бы во всякомъ случаѣ скорѣе повредить общему дѣлу, замедливъ развитіе и частнаго заводскаго предпріятія на Югѣ Россіи. Напротивъ того, опытная *Лисичанская* плавка, веденная искусно при самыхъ неблагоприятныхъ условіяхъ (безпримѣрныхъ въ исторіи плавки рудъ), до очевидности доказала, на сколько лучшихъ результатовъ можно было ожидать при нѣсколько болѣе благоприятныхъ обстоятельствахъ, что могло имѣть только самое благотѣльное вліяніе на энергію и труды частныхъ предпринимателей, въ лицѣ гг. *Юза* и *Пастухова*, приступившихъ тогда тоже къ устройству чугуноплавильныхъ заводовъ, и притомъ первый въ наилучшихъ условіяхъ, *Донецкаго* бассейна, на почвѣ подготовленной русскими дѣятелями. Но и эти заводы, прежде достиженія надлежащихъ результатовъ, потерпѣли много неудачъ, въ особенности послѣдній изъ нихъ.

Строителями *Лисичанскаго* завода, въ различное время, были горные инженеры: *А. Фелькнеръ*, *Н. Мещеринъ*, *Н. Летуновскій* и, наконецъ, *С. Подымовскій*, подѣ общимъ руководствомъ начальника *Луганскаго* завода *И. Ф. Фелькнера*, *Н. Ф. Мещеринъ*, не дождавшись окончанія постройки домны, перешелъ на службу къ г. *Пастухову*, для устройства *Сулиновскаго* завода. Стро-

ители завѣдывали металлургическою и рудничною частью, устройство же машинъ и механизмовъ было поручено В. К. Рапетомъ намъ. Машины были устроены собственными средствами, подъ нашимъ руководствомъ, въ Луганскѣ, перевезены и установлены въ Лисичанскѣ, тоже подъ непосредственнымъ нашимъ руководствомъ. Помощникомъ по механической части былъ технологъ *Дьячковъ*, а помощникомъ строителя по металлургической части—почтенный *И. И. Зеленцовъ* ¹⁾, который, по уходѣ *Н. Ф. Мещерины*, былъ фактическимъ строителемъ завода и съ успѣхомъ вынесъ на своихъ плечахъ всю тяжесть кампаніи опытной плавки.

По окончаніи построекъ на капитальной шахтѣ, нѣкоторыхъ сооружений на шахтѣ Дагмара, по окончаніи устройства водопровода, по сборкѣ и пускѣ въ ходъ воздуходувной машины, мы, согласно волѣ *В. К. Рапета*, занялись проектированіемъ рельсоваго завода для *С. С. Полякова*, предполагавшагося къ постройкѣ около станціи Никитовки, Курско-Харьково-Азовской желѣзной дороги, тогда еще находившейся въ постройкѣ. Детальнымъ проектамъ, нами составленнымъ, однако не суждено было осуществиться, такъ какъ г. *Поляковъ*, получивъ концессию на желѣзную дорогу, ловко уклонился отъ обязательнаго для него сооруженія завода, и достигъ даже того, что и залогъ, внесенный имъ какъ обеспечение, былъ ему возвращенъ.

Это новое дѣло отвлекло насъ отъ *Лисичанска*, и потому мы не могли присутствовать при задувкѣ печи. Лѣтомъ 1870 г. однако намъ удалось опять побывать въ *Лисичанскѣ*, во время дѣйствія печи, и сдѣлать нѣсколько наблюденій. *Лисичанская* опытная плавка должна представлять собой историческій документъ. Короткая опытная кампанія печи, веденная при крайне неудовлетворительныхъ сырыхъ матеріалахъ, не смотря почти на непреодолимые трудности, была однако на столько удовлетворительна съ технической точки зрѣнія, что заслужила полное одобреніе знаменитаго австрійскаго металлурга *Туннера*, посѣтившаго въ то время Донецкій бассейнъ. Результаты дѣйствія доменной печи вполне согласовались съ теоріею, при данномъ составѣ шихтъ ²⁾.

Опытная плавка въ *Лисичанскѣ*.

Доменная печь.

Доменная печь системы Рапета, вмѣстимостью 3500 куб. ф., или около 100 м.³, имѣла высоту $44\frac{1}{3} = 13\frac{1}{3}$ м. Эта печь рассчитана на суточную выплавку 800 до 1000 пуд. сѣраго чугуна, при температурѣ воздуха 250 до 300° и при среднемъ содержаніи шихты въ 50%. Нагрѣвательный при-

¹⁾ Въ настоящее время Окружной Инженеръ Западной части Донецкаго каменноугольнаго бассейна.

²⁾ См. отчетъ *Туннера*, между прочимъ, помѣщенный и въ Горномъ Журналѣ № 1, 1871 г. горн. журн. 1889 г., т. I, № 1.

боръ пистолетной системы съ чугунными трубами. Данные на счетъ воздуходувной машины помѣщены ниже.

Результаты опытной плавки сгруппированы въ слѣдующей таблицѣ:

Года.	Время дѣйствія печи.	Расходъ сырыхъ матеріаловъ.			Получено чугуна.				Примѣчанія.
		Руды.	Флюса	Кокса.	Сырого мягкаго	Подович.	Бѣлаго.	Всего.	
	сутокъ.	п	у	д. п.	п	у	д. п.	пуд.	
1870	122	41444	28126	69281	6616	218	3392	12043	Печь выдута и остановлена до времени заготовленія болѣе значительнаго запаса кокса и руды.
1871	105	83939	58118	109992	18231	7454	5287	30972	Печь остановлена для устройства 7-ой фурмы впереди, вмѣсто втораго рабочаго отверстія, для предупрежденія образованія настиловъ въ горну.
1872	53	55471	22564	66341	—	—	—	15057	Печь выдута, за израсходованиемъ разрѣшенныхъ для плавки кредитовъ.
Всего.	280	180854	108810	245614	—	—	—	58072	
		189664							

Отсюда мы усматриваемъ: 1) Флюса употреблено въ громадномъ количествѣ = 60% вѣса руды. 2) Содержаніе шихты весьма низкое, всего $\frac{58}{189} \cdot 100 \geq 30\%$. 3) На 1 пудъ чугуна израсходовано $\frac{245614}{58072} = 4,23$ пуд. кокса.

При такомъ бѣдномъ содержаніи шихты, по теоретическому расчету *Туннера*, расходъ кокса на 1 п. чугуна не можетъ быть менѣе 4,4 п., слѣдовательно *И. И. Зелениновъ* достигъ такого результата, при данныхъ обстоятельствахъ, какого вообще можно было ожидать отъ опытнаго плавильщика. Доменный мастеръ былъ Уральскій, слѣдовательно, знакомый съ плавкой только на древесномъ углѣ. Впрочемъ онъ былъ на короткое время командированъ за границу, гдѣ и осматрѣлъ нѣкоторые заводы, подъ руководствомъ *И. И. Зеленинова*.

При этомъ слѣдуетъ сдѣлать весьма важное замѣчаніе, что въ предъидущей таблицѣ, въ рубрикѣ кокса, заключается не только расходъ кокса, но и сырого каменнаго угля, выраженнаго соотвѣственнымъ вѣсомъ кокса. Между тѣмъ для хода плавки вовсе безразлично употреблять-ли коксъ или сырой уголь. Нѣкоторые сорта лисичанскаго кокса не выдерживали давленіе-

нія колошъ, и негорѣвшіе куски угля, подходя къ горну (около фурмъ), превращались въ порошокъ ¹⁾. Каждый разъ какъ въ колошу шла партія голубовскаго кокса, хотя и полуспекающагося, ходъ плавки значительно улучшался. Если бы въ то время Голубовскій рудникъ былъ соединенъ съ Лисичанскомъ удобнымъ путемъ, то результаты плавки были бы несравненно лучше. Лисичанскій же уголь (некоксующійся) съ успѣхомъ могъ бы быть примѣненъ для передѣльнаго производства, напримѣръ рельсового, которое и намѣревался водворить тамъ В. К. Рашетъ. Интересно было бы испробовать коксованіе лисичанскаго угля въ новѣйшихъ коксовыхъ печахъ системы Коппе-Отто.

Для лучшаго уясненія хода плавки лисичанской домны, мы приводимъ нѣсколько примѣровъ суточного дѣйствія доменной печи, на основаніи цифръ, извлеченныхъ нами изъ архива Луганскаго завода, въ пинѣшнюю поѣздку.

1) Плавка въ періодъ отъ 8 до 15-го іюня 1870 г.

Суточный выплавъ чугуна 318 пуд.

Содержаніе шихты 28⁰/₀.

Кокса употреблено 3,75 пуд. на 1 п. чугуна.

Въ этой цифрѣ заключается и каменный уголь, приведенный къ коксу, и котораго было употреблено болѣе 50⁰/₀ по вѣсу.

Число сопель 6, діаметромъ 2¹/₄".

Густота воздуха 4¹/₂ до 5¹/₂" по ртутному духомѣру.

2) Періодъ плавки отъ 15 до 22-го іюня 1870 г.

Суточный выплавъ 248 п.

Содержаніе шихты 35⁰/₀.

Кокса употреблено 3,75 на 1 пуд. чугуна.

Количество сырого угля составляло 57⁰/₀ всей угольной колоши (1). Уголь слабый, негорѣвшія части котораго легко превращаются подъ давленіемъ рудныхъ колошъ въ порошокъ, въ нижней части печи. Коксъ былъ различный, —немного голубовскаго, а затѣмъ мѣстный: лисичанскій, радаковский, пятиротскій и проч.

Число сопель 6, діаметромъ 2¹/₄".

Густота воздуха=5³/₄" по ртутному духомѣру.

3) Періодъ отъ 24 іюля по 5 августа 1871 г.

Суточная выплавка 414 п.

Содержаніе шихты отъ 32 до 42⁰/₀.

На 1 пуд. чуг. израсходовано сырого угля (привед. къ коксу). 1 п. 22 ф.

Кокса 2 " 14 "

3 п. 36 ф.

¹⁾ Слабость, непригодность лисичанскаго кокса для доменной печи, конечно, можно было заранѣе предвидѣть, но все же окончательное сужденіе въ этомъ отношеніи разрѣшается плавкой, потому что въ доменной печи, давленіе на нижніе слои колошъ бываетъ значительно уменьшено какъ вслѣдствіе тренія ласмы о стѣнки шахты, такъ и вслѣдствіе силъ дутья, дѣйствующаго по направленію снизу вверхъ.

Густота воздуха $5\frac{3}{4}$ до $6''$ по ртути.

Число сопелъ 7, діам. $2\frac{1}{4}''$.

Седьмое сопло введено для устраненія образованія настылей впереди горна.

4) *Періодъ съ 15 по 12 августа 1871.*

Средн. суточн. выплавка 369 пуд.

Содержаніе шихты 31 до 48% .

На 1 п. чугу. израсходовано 4 п. 11 ф. кокса (въ томъ числѣ около 40% сырого угля).

Къ симпатичной сторонѣ Лисичанскаго дѣла относится и то, что все сооруженіе завода и рудника съ машинами сдѣлано домашними средствами, усиліями русскихъ людей, безъ всякаго участія иностраннаго элемента. Если бы тогда же устроенъ былъ заводъ на Александровскомъ углѣ (въ Калміусской котловинѣ), отлично коксующемся и который уже въ то время былъ извѣстенъ русскимъ техникамъ, то дальнѣйшее развитіе чугуноплавильнаго дѣла на Югѣ Россіи могло бы осуществиться безъ участія иностранцевъ.

Лисичанская плавка, очевидно, не вышла изъ сферы опыта, а потому разцѣпывать полученный при ней чугунъ было преждевременно. Затраты Правительства около 1 милліона р. с. на Петровскій и Лисичанскій заводы нельзя признать напрасными. Этотъ расходъ ничтоженъ по сравненію съ тѣми расходами, какіе производились въ Западной Европѣ, при водвореніи плавки на минеральномъ топливѣ. Заслуга, въ этомъ отношеніи, Правительства вполне признается теперь наиболѣе крупными дѣятелями по заводской части Юга Россіи.

Лисичанская воздушная машина (Табл. VIII, IX и X).

Подъ впечатлѣніемъ видѣнныхъ нами новыхъ воздуходушныхъ машинъ въ Южномъ Валлисѣ, въ Англіи, мы проектировали машину вертикальную съ двойнымъ балансиромъ (C), склепаннымъ изъ котельнаго желѣза. A — паровой цилиндръ, съ распредѣленіемъ пара помощью 4 хъ уравнивающихъ клапановъ, съ кулачнымъ приводомъ. Воздуходувный цилиндръ B *англійскаго* типа, съ рационально расположенными клапанами. Посредствомъ солиднаго деревяннаго шатуна D, съ желѣзною оправою, движеніе передается цапфѣ чугуннаго диска E, насаженнаго на оси махового колеса и исполняющаго роль кривошипа ¹⁾. Отъ цапфы этого диска, помощью гибкаго сопряженія и двухъ коническихъ шестеренъ, передается движеніе кулачному валу F, приводящему въ дѣйствіе клапаны a и b — паровпускные и c и d — паровпускные. Паровпускной клапанъ e тоже корнуельской системы. G — чугунное маховое колесо. I — питательный насосъ. Основаніемъ для балансира служитъ прочная стѣна, выложенная изъ тесаннаго камня. Весь фундаментъ выложенъ изъ бутового камня, съ облицовкою изъ тесаныхъ кам-

¹⁾ На таблицѣ IX и X, по ошибкѣ, вмѣсто диска показанъ кривошипъ.

ней. Въмѣсто параллелограмма Уатта, близость продольныхъ стѣвъ дала возможность примѣнить *сокращенный* параллелограммъ, что придадо нашей машинѣ своеобразный видъ. Для свободнаго доступа ко всѣмъ частямъ машины устроены терассы и лѣстницы, непоказанныя на чертежѣ.

Кулаки, приводящіе въ дѣйствіе паровпускные клапаны, каждый о трехъ ступеняхъ, соответствующихъ степени отсѣчки на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ и $\frac{2}{3}$ хода. По остановѣ машины, отъ руки устанавливается надлежащая отсѣчка, соотв. данному ходу доменной печи. Примѣненіе клинообразнаго кулака (Модзле-Мейера), дающаго всѣ степени отсѣчки пара, для воздухоудныхъ машинъ, работающих въ продолженіи длинныхъ періодовъ съ постоянною силою, имѣетъ то неудобство, что таковой кулакъ будетъ подвергаться неправильному истиранію только въ одномъ мѣстѣ. Кулаки чугунные, со стальною оправою. Впрочемъ, вполне достаточно было бы отлить кулаки въ чугунную изложницу, причемъ стальная оправа становится излишнею.

Вѣсъ шатуна и парового поршня весьма хорошо уравниваютъ вѣсъ воздухоуднаго поршня. Огработанный паръ изъ машины выпускался на волю, но впослѣдствіи предполагалось устроить нагрѣватель. По ошибкѣ, въ стѣнкѣ фундамента, поддерживающей переднюю подушку махового колеса, была сдѣлана *арка*, для доступа къ нижней части маховика, вслѣдствіе чего, на ходу машины, эта тонкая часть фундамента скоро получила движеніе. Недостатокъ этотъ былъ вскорѣ устраненъ закладкою этой арки, и съ тѣхъ поръ дѣйствіе машины было вполне исправное. Недостатокъ большихъ напряженій на цапфу кривошипа, присущій этой системѣ машинъ, какъ извѣстно, положилъ начало созданію усовершенствованнаго типа воздухоудныхъ машинъ съ *криворогимъ* балансиромъ, причемъ ¹⁾ шатунъ помѣщается снаружи парового цилиндра.

Главные размеры воздухоудной машины.

Діаметръ воздухоуднаго цилиндра $71'' = 5' 11''$.

Площадь поршня $S = 3959 \square'' = 27,5 \square'$.

Діам. парового цилиндра $34''$.

Ходъ поршней $6'$.

Упругость пара $3\frac{1}{2}$ атм. или $2\frac{1}{2}$ атм. = $37\frac{1}{2}$ англ. фунт. по манометру.

Діаметръ парораспредѣлительныхъ корнуельскихъ клапановъ $8''$.

подъемъ паровпускныхъ „ $1''$.

„ паровыпускныхъ „ $1\frac{1}{2}''$.

Скорость поршней принята $v = 3'$ до $4'$ въ 1 сек., чему соотв. число оборотовъ въ 1 м. $n = \frac{600}{2.6} = 15$ до 20. Размѣры парового цилиндра определены для нормальной отсѣчки пара на $\frac{1}{2}$ хода поршня, при густотѣ воз-

¹⁾ См. нашу *Справочную Книгу* 1879 г. отдѣлъ III.

духа у воздуход. цилиндра $7\frac{3}{4}$ " и у сопла 7" по ртути. духомѣру. На сопротивленіе воздухопровода и нагревательнаго прибора принята потеря въ густотѣ $=\frac{3}{4}$ ".

Воздуходувный цилиндръ имѣетъ въ крышкѣ и поддонѣ по 12 всасывающихъ и 4 нагнетательныхъ клапана. Клапаны шарнирные, кожаные, съ металлическою (железною) арматурою. Сумма сѣченій всасывающихъ клапановъ $=\frac{2}{5}$, а нагнетательныхъ $\frac{1}{10}$ площади воздуходувнаго поршня.

Вѣсъ 1 □' горизонт. клапановъ 10 до 15 фунт. и вертикальныхъ 15 до 20 фунт.

Толщина стѣнокъ паров. цилиндра $1\frac{3}{8}$ ".

" " воздуход. " 1".

Балансиръ. Длина между крайними цапфами 21'. Высота по срединѣ 33".

Балансиръ склепанъ изъ $\frac{1}{2}$ " котельнаго желѣза.

Діам. среднихъ цапфъ	8"
" крайнихъ "	3"
" цапфы кривошипа	5"
" поршневого стержня парового цилиндра	$4\frac{1}{8}$ "
" " " воздуходувнаго.	5"

Чугунное маховое колесо. Среній діам. 16', полный вѣсъ 650 пуд.

Воздушный регуляторъ, съ постояннымъ объемомъ, устроенъ въ видѣ горизонтальной трубы длиною 110' при діам. $6\frac{1}{2}$ '. Онъ склепанъ изъ листового желѣза толщиною $\frac{3}{16}$ ", заклепками діам. $\frac{5}{8}$ ". Объемъ регулятора 4100 куб. ф. Воздушный регуляторъ снабженъ предохранительнымъ клапаномъ по системѣ Бодмера, площадь сѣченія котораго $\geq$ суммѣ сѣченія сопелъ доменной печи. Діам. клапана 7", высота подъема = 1,5".

Для дѣйствія машины установлено 5 паровыхъ котловъ, корнуельской системы. Діам. котловъ 5', внутренней трубы $2\frac{1}{2}$ ', длина 22'. Нагревательная поверхность каждаго котла $345\frac{1}{2}$ □'. Въ постоянномъ дѣйствіи предположено 4 котла и 1 запасный. Общая желѣзная дымовая труба высотой 15 с. = 105'; при верхнемъ діам. $4\frac{1}{2}$ '. Детали на счетъ стоимости настоящей машины имѣются въ нашемъ соч. „Основы Машиностроенія“ 1884. Т. I, выпускъ 2-й.

Количество воздуха, доставляемое машиною при 1 оборотѣ =

$$0,8 \cdot 27,5 \cdot 6 \cdot 2 = 264 \text{ куб. ф.}$$

Числу оборот. маш. въ 1 м. = 15, соотв. расходъ воздуха $15 \cdot 264 = 3960$ куб. ф.

" " " " " = 18, " " " 18.264 = 4500 " "

" " " " " = 20, " " " 20.264 = 5280 " "

При расходѣ воздуха въ 1 м. 5000 куб. ф. и густотѣ макс. до 8", полезная работа машины = 0,002 . 5000 . 8 = 80 п. л., и индикаторная 100 п. л.

Наблюденiя надъ дѣйствиемъ Лисичанской воздуходушной машины.

1) 1-го января 1870. Первый пускъ въ ходъ машины. Холстыя пружины воздуходувнаго цилиндра (съ эксцентриковымъ нажимомъ), были на-мѣренно слабо нажаты. Истеченiе воздуха совершалось въ атмосферу.

При упругости пара 18 до 20 фунт. по манометру, при отсѣчкѣ на $\frac{1}{2}$ хода и подъемѣ паровпускнаго клапана (e) всего на $\frac{1}{2}''$ машина совершала 18 до 20 об. въ 1 м. При одномъ соплѣ діам. $7\frac{1}{8}''$, слѣдов. площадью въ 39,870 кв. д., манометръ ртутный показывалъ густоту всего $1\frac{1}{2}''$.

Скорость истеченiя воздуха изъ сопла ¹⁾.

$$V = 235 \sqrt{1,5} = 289 \text{ ф. въ 1 сек.}$$

Соотвѣтственный минутный расходъ воздуха, выраженный объемомъ атмосферной густоты:

$$Q = 289 \cdot \frac{38,87}{144} \cdot 60 \cdot \frac{31,5}{30} = \text{до 4900 куб. ф.}$$

Послѣ нѣкотораго нажатiя поршневой одежды воздуходувнаго цилиндра, густота увеличилась до 2'' средн. ч., причемъ:

$$V = 235 \sqrt{2} = 329 \text{ ф.}$$

$$Q = 329 \cdot \frac{38,87}{144} \cdot 60 \cdot \frac{32}{30} = 5713 \text{ куб. ф.}$$

2) 5-го января 1870. Было поставлено одно сопло діам. 5'', слѣдов. сѣченіемъ 19,63 □ д.

При упругости пара 20 до 25 фунт. по манометру, отсѣчкѣ $\frac{1}{2}$, открытіи паровпускнаго клапана на $\frac{1}{2}''$, при 16 до 18 об. въ 1 м., густота была всего 3''. Соотвѣтственная скорость истеченiя (въ атмосферу):

$$V = 235 \sqrt{3} = 409 \text{ ф. и}$$

минутный расходъ воздуха (атмосф. густоты):

$$Q = 409 \cdot \frac{19,63}{144} \cdot 60 \cdot \frac{33}{30} = 3650 \text{ куб. ф.}$$

Между тѣмъ, по разсчету (см. выше), при 18 об. въ 1 м. воздуходушный цилиндръ долженъ давать въ 1 минуту 4500 куб. ф., слѣдов. 850 куб. ф. теряются. Тщательныя наблюденiя, со свѣчей, вдоль швовъ регулятора, показали, что чеканка швовъ была неудовлетворительна, а потому, по остановѣ машины, было приступлено къ тщательной вторичной чеканкѣ швовъ регулятора. Слѣдующее наблюденiе было произведено:

3) 12 января 1870 г. Одно сопло діам. 5'', сѣченіемъ 19,63 □ д.

¹⁾ См. нашу Справочн. книгу 1879 г., Отдѣлъ III, стр. 204.

Упругость пара 25 фунт. по манометру; расширение $\frac{2}{1}$. Паровпускной клапанъ (е) былъ открытъ до $1\frac{1}{2}''$ (при 16 до 18 оборотахъ машины въ 1 м.). При числѣ об. маш. въ 1 м. = 10 до 12 густота воздуха у сопла = $3\frac{1}{4} - 3\frac{1}{2}''$ по ртутн. ман.
 " " " " " " " " 14 " " " = " $4\frac{1}{2}''$
 " " " " " " " " 16 до 18 " " " = " $5\frac{1}{2}''$ ¹⁾

Число дѣйствующихъ котловъ 4.

Примѣчаніе. Отсюда мы усматриваемъ, какъ важна тщательная чеканка швовъ регулятора. Общая длина заклепочныхъ швовъ регулятора = 23150". Потерѣ 850 куб. ф. воздуха въ 1 м. соотв. сѣченіе выпускного отверстия = $19,63 \frac{850}{3650} = 4,06''$. Слѣдов. потеря въ 850 куб. ф. въ 1 м. возможна при

зазорѣ въ швахъ всего = $\frac{4,06''}{23150}$, кругл. ч. въ $\frac{1}{6000}$ дюйма. На это обстоя-

тельство мы обращаемъ вниманіе молодыхъ техниковъ.

4) *Наблюденіе при остановѣ дѣйствія машины.* Однажды, по окончаніи пробы машины, тонка паровыхъ котловъ была приостановлена, и машина работала при постепенно уменьшающемся давленіи пара въ котлахъ, до полного останова, при открытомъ паровпускномъ клапанѣ (е). При этомъ получены слѣдующіе результаты.

При упругости пара въ котлахъ 25 фунт. по манометру,	число об. м. въ 1 м. = 16 до 18
" " " " " " " " 15	" " " " " = " 10
" " " " " " " " 12	" " " " " = " 8
" " " " " " " " 8	" " " " " = " 6

При 6 оборотахъ въ 1 м. происходило значительное замедленіе (задерживаніе) въ мертвыхъ точкахъ.

При упругости пара въ котлахъ 7 фунт. по манометру, число оборотовъ машины въ 1 минуту сдѣлалось равнымъ 0, т. е. машина сама собой остановилась.

Во все время опыта клапанъ (е) былъ открытъ на $1\frac{1}{2}''$, и паровпускные клапана отсѣкали на $\frac{1}{2}$ хода.

5) *Наблюденіе надъ дѣйствіемъ воздухоудной машины при дѣйствіи доменной печи, въ августъ м. 1870 г.* Воздухъ, нагрѣтый до 150—200° Ц. вдувался въ доменную печь 6-ю соплами, діам. $2\frac{1}{4}''$. Общее сѣченіе сопелъ = 6. $3,98 = 23,88''$.

Упруг. пара въ котлахъ
(по манометру)

Число оборотовъ
маш. въ 1 м.

Густота воздуха
у сопелъ, по ртутному
духомѣру.

28 до 30 фунт.

10

6"

33 "

12

7 до 8", средн. $7\frac{1}{2}''$.

Отсѣчка пара на $\frac{1}{2}$ хода; паровпускной клапанъ (е) открытъ на $1\frac{1}{2}''$.

Полная высота подъема его больше и = 2".

Давленіе газовъ внутри доменной печи, на горизонтѣ сопелъ.

На основаніи наблюденій (3) и (5) мы имѣемъ густоту воздуха при

¹⁾ Ртуть въ манометрѣ у сопла колебалась, въ предѣлахъ показаній отъ $5\frac{1}{4}''$ до $5\frac{3}{4}''$.

выдвинутыхъ и вдвинутыхъ въ печь соплахъ, при одномъ и томъ же числѣ оборотовъ машины 10 — 12 въ 1 м., что позволяетъ намъ, слѣдуя методу, сходному съ указаннымъ *Риттингеромъ* ¹⁾ опредѣлить давленіе внутри доменной печи.

Означивъ чрезъ Z , по ртутному духомѣру, давленіе внутри доменной печи, очевидно будемъ имѣть слѣдующее равенство (справочн. книга стр. 204):

$$\begin{aligned} Q &= 0,95 \frac{23,88}{144} \frac{235}{(1+0,004,200^{\circ})} \sqrt{(1+0,004,200^{\circ}) (6,5 - Z)} = \\ &= 0,95 \frac{19,63}{144} 235 \sqrt{3,5 - Z}. \end{aligned}$$

Произведя сокращеніе, получимъ:

$$13,27 \sqrt{1,8 (6,5 - Z)} = 19,63 \sqrt{3,5 - Z}, \text{ или}$$

$$0,97 \sqrt{6,5 - Z} = \sqrt{3,5 - Z};$$

$$0,94(6,5 - Z) = 3,5$$

$$6,5 - Z = 3,72, \text{ откуда искомое}$$

$$Z = 2,78'' \text{ по ртутному духомѣру,}$$

или почти 0,43 средней густоты воздуха у сопла $h = 6\frac{1}{2}''$.

По *Науегу* обыкновенно $Z = 0,2h$ до $0,4h$.

Относительно большое внутреннее давленіе въ настоящемъ случаѣ, при небольшой высотѣ доменной печи, можно объяснить значительнымъ уплотненіемъ угольныхъ колошъ, вслѣдствіе разрушенія слабого угля и кокса внутри печи.

10 — 12 оборотамъ маш. соотв. количество вдуваемого въ 1 м. воздуха = 2640 до 3000 куб. ф., что = 0,75 до 0,86 объема доменной печи. На 1 пуд. чугуна приходилось весьма большое количество воздуха, по меньшей мѣрѣ = $\frac{3000}{414} =$ до $7\frac{1}{2}$ куб. ф. (!). При расходѣ въ 1 м. 3000 куб. ф. воздуха и густотѣ $6\frac{1}{2}''$, полезная работа машины всего = $0,002 \cdot 3000 \cdot 6,5 =$ до 40 п. л.

Въ настоящее время доменной печи не существуетъ. На мѣстѣ ея устроенъ небольшой стеклянный заводъ. Воздуходувная же машина нетронута и находится въ полномъ порядкѣ, не смотря на 18 лѣтнее бездѣйствіе. Посоветовали бы мы только лучше окрасить масляною мѣловой краскою механически отдѣланныя поверхности, для предотвращенія образованія ржавчины. Машина, по своимъ размѣрамъ, конечно уже не соответствуетъ ве-

¹⁾ См. нашу Справочн. книгу 1879 г., страница 206.

²⁾ Въ обоихъ частяхъ уравненія объема воздуха приведены къ одной температурѣ.

личинѣ современныхъ коксовыхъ доменныхъ печей, но она съ успѣхомъ можетъ послужить для древесноугольной доменной печи и т. п.

Въ настоящее же время она исполняетъ назначеніе модели, при изученіи учениками Лисичанской штейгерской школы прикладной механики, подъ руководствомъ горнаго инженера *А. И. Михайлова*, вполне преданнаго дѣлу обученія юношества.

Въ Лисичанскѣ прежде находилась и фабрика для изготовленія огнеупорнаго кирпича, на которой изготовлялись доменные кирпичи до 12 пуд. вѣсомъ. Послѣ разломки домны, лисичанскій кирпичъ былъ употребленъ вновь въ дѣло при стеклоплавильныхъ печахъ, и онъ оказался гораздо лучше болѣе новыхъ фабрикатовъ, доставленныхъ съ одного частнаго завода.

Лисичанскій водопроводъ. Для снабженія водою изъ Донца бывшаго Лисичанскаго завода и его рудниковъ, нами былъ устроенъ, въ 1868—1869 гг., водопроводъ съ тремя станціями, въ которыхъ помѣщались паровые насосы (водокачки) и паровые къ нимъ котлы.

Водокачка № 1 была расположена на берегу Донца. Часть воды изъ нея вѣтвью чугунныхъ трубъ длиною 85 саж. и діам. 4" была направлена въ бакъ доменнаго завода, расположеннаго у подошвы горы, а другая часть, вѣтвью длиною 65 саж. и діаметромъ также въ 4", доставлялась къ водокачкѣ № 2, тоже расположенной у подошвы горы, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ домны. Водокачка № 1, расположена на $2\frac{1}{2}$ саж. надъ нижнимъ уровнемъ воды Донца. Изъ водокачки № 2, вѣтвью чугунныхъ трубъ длиною 100 саж. и діам. 3", вода нагнеталась къ водокачкѣ № 3, расположенной на высотѣ $21\frac{1}{2}$ саж. надъ уровнемъ Донца. Отъ водокачки № 3 идетъ вѣтвь чугунныхъ трубъ длиною 320 саж. и діам. 3", доставляющихъ воду въ каменный бассейнъ (вмѣстим. 10000 вед.) при каменноугольной шахтѣ Дагмара, устье которой расположено на вертикальной высотѣ $42\frac{1}{2}$ саж. надъ уровнемъ воды въ Донцѣ.

Отъ этой послѣдней вѣтви былъ приведенъ отростокъ 2" трубъ къ другой, Капитальной шахтѣ, нынѣ упраздненной. На каждой изъ станцій были устроены клапаны для спуска грязной воды, при чисткѣ водопровода, и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ—краны для пользованія водою. Полная длина всей водопроводной сѣти = 620 с. = до 1,25 версты, при полномъ подъемѣ въ $44\frac{1}{2}$ саж.

Система насосовъ. Насосы паровые, прямого дѣйствія, съ двумя маховиками, типа *Серенъ* ¹⁾, были устроены подъ нашимъ руководствомъ въ мастерскихъ Луганскаго завода. Размѣры всѣхъ трехъ насосовъ почти одинаковые ²⁾:

Діам. пароваго цилиндра $7\frac{7}{8}$ "
 „ насоснаго „ 4"

¹⁾ См. нашъ курсъ паров. машинъ, Т. I, фиг. 378—379.

²⁾ У водокачки № 1, діам. насоснаго цилиндра нѣсколько больше $4\frac{1}{2}$ ".

Ходъ поршней $8'' = \frac{2}{3}'$

Норм. число об. въ 1 м. 60.

Соотв. скорость поршней: $\frac{2}{3} \cdot 2 \frac{60}{60} = \frac{4}{3}' = 1,33'$.

Колич. воды, доставляемой въ 1 м., при 60 оборотахъ:

$$0,8 \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(4)^2}{144} \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 60 = \text{до 6 куб. ф., или до 14 ведеръ.}$$

Наблюденіе 7-го января 1870 года.

При числѣ оборотовъ насоса въ 1 м. 50—60—удары клапановъ сильныя.

„ „ „ 48 — дѣйствіе клап. нормальное, спокойное.

„ „ „ 35—40— „ насоса и клап. весьма спокойное.

При упругости пара 35 фунт. (по манометру), при 40 об. насосовъ въ 1 м., количество воды, доставляемое въ 1 м. въ бассейнъ при шахтѣ *Дамара* (по непосред. измѣр.) = 9 ведамъ. Этого количества было вполне достаточно для завода и рудниковъ.

При каждой водокачкѣ былъ установленъ цилиндрическій котель съ 1 нагрѣвателемъ.

Діам. котла 3', длиною 9'. Діам. нагрѣв. $1\frac{1}{2}'$, длиною 8'. Нагрѣв. поверхн. котла 81 кв. фут. Наибольшая сила насоса до 3 п. л. Желѣзная дымовая труба высотой 40', при діам.верху 13" и внизу 20".

Посѣтивъ Лисичанскъ, спустя почти 20 л. послѣ его постройки, мы нашли дѣйствіе водопровода вполне исправнымъ. Водокачка № 2 упразднена, съ закрытіемъ доменнаго завода, и вода изъ водокачки № 1 прямо нагнетается въ резервуаръ водокачки № 3, и оттуда въ резервуаръ нынѣ дѣйствующей шахты *Дамара*, гдѣ, кромѣ потребностей рудника, отчасти служить и для удовлетворенія нуждамъ населенія, такъ какъ селеніе *Лисичанскъ* расположено на горѣ. У водокачки № 3 мы замѣтили прогорѣвшій нагрѣватель котла, замѣненный новымъ. Капитальная шахта теперь упразднена, но замѣнивъ ее появились около шахты *Дамара*, вверхъ по паденію пластовъ, безобразныя крестьянскія шахтенки, съ конными воротами. Шахта *Дамара* сдана на аренду нѣкому г. Иванову, а вмѣсто доменнаго завода, какъ было выше сказано, теперь устроенъ небольшой частный стеклянный заводъ.

Лисичанскій рудникъ,

Въ Лисичанскомъ мѣсторожденіи имѣется 7-мъ пластовъ угля, 25 ф. общей мощности. Для разработки угля были устроены двѣ шахты:

1) *Капитальная шахта глубиною 45 с. (нынѣ упраздненная).*

Подъемъ угля совершался коннымъ воротомъ, а отливъ паровую машиною прямого дѣйствія, съ секторовиднымъ рычажнымъ распределительнымъ приборомъ, дѣйствовавшимъ на корнуэльскіе клапаны, но безъ катракта. Насосный ставъ всасывающе-подъемный, а потому для уравновѣшванія вѣса штангъ былъ устроенъ деревянный балансиръ съ противовѣсомъ, расположенный выше паровой машины. Эта машина (вѣсомъ 364 пуда),

изготовленная въ Луганскомъ заводѣ въ 1844 г., едва ли не первая водоотливная машина прямого дѣйствія, устроенная въ Россіи. Въ 1868—1869 г. мы вполне реставрировали эту машину, упростивъ парораспределительный приборъ и помѣстивъ чугунный балансиръ съ противовѣсомъ ниже цилиндра. Вообще машинѣ былъ приданъ болѣе современный видъ и она дѣйствовала весьма удовлетворительно.

При глубинѣ шахты въ 45 с., поднимать воду приходилось всего на 18 сажень, до горизонта водоотливной штольны. Насосный, всасывающе-подъемный ставъ имѣлъ поршневую трубу діам. 10,75". Діам. парового цилиндра = 30". Ходъ поршней парового и насоснаго цилиндровъ = 5½ фут. максимум. Величина хода парового поршня ограничивалась надлежащимъ расширеніемъ и сжатіемъ пара.

17 декабря 1869 г. машина совершала 8 до 10 (двойныхъ) ходовъ въ 1 минуту, при самой незначительной упругости пара 15 фунт. Очевидно, что паровой цилиндръ имѣлъ избыточный діаметръ.

2) *Шахта Дагмара, глубиною 60 саж.*

Эта шахта назначена преимущественно для разработки 7-го пласта.

Водоотливная машина горизонтальная, съ однимъ паровымъ цилиндромъ и маховымъ колесомъ. Отсѣчка пара совершается корнуэльскимъ клапаномъ, приводимымъ въ дѣйствіе отъ кулака, насаженного на оси махового колеса. Діам. цилиндра 25" и ходъ поршня 3¾'. На валу махового колеса насажена чугунная шестерня, сдѣляющаяся съ зубчатымъ колесомъ съ деревянными зубцами, насаженнымъ на второмъ, двуколѣнчатомъ валѣ. Отношеніе діам. шестеренъ = 2/1. Отъ колѣнчатого вала, помощью двухъ деревянныхъ шатуновъ съ металлическою арматурою и 2-хъ угольниковъ, склепанныхъ изъ котельнаго желѣза, передается движеніе двумъ главнымъ, параллельно расположеннымъ, насоснымъ штангамъ, идущимъ почти по всей глубинѣ шахты.

Отъ каждой изъ этихъ двухъ главныхъ (деревянныхъ) штангъ приводятся въ дѣйствіе по двѣ насосныя штанги; насосные ставы всасывающе-подъемные, расположенные въ двѣ линіи. Высота ставовъ 15 саж., слѣдовательно подъемъ воды совершается въ 4 пріема. Баки для насосныхъ ставовъ расположены въ особыхъ нишахъ, въ боковыхъ стѣнахъ шахты. Нижній ставъ висячій, съ выдвижной всасывающей трубою. Діам. насосныхъ поршней 10", при ходѣ поршней 4'. Чугунныя трубы діам. 11", съ обточенными конусомъ флянцами, соединены между собой, при помощи тщательно прискобленныхъ бронзовыхъ, *двуконусныхъ* колецъ, треугольнаго поперечнаго сѣченія, безъ всякихъ органическихъ прокладокъ.

Нормальное число двойныхъ ходовъ насосовъ въ 1 м. 12, а число оборотовъ паровой машины 24.

Количество воды, доставляемое въ 1 м.

$$0,8 \frac{\pi (10^2)}{4 \cdot 144} \cdot 4 \cdot 12 = 17 \text{ и до } 20 \text{ куб. ф.}$$

Все водоотливное устройство построено въ Луганскомъ заводѣ, по нашимъ проектамъ. Нѣсколько сложная передача движенія зависѣла отъ мѣстныхъ условий. Эта машина дѣйствуетъ періодически, по мѣрѣ надобности. Прошлымъ лѣтомъ мы видѣли ее въ исправномъ дѣйствіи, несмотря на то, что со времени ея постройки прошло уже около 20 лѣтъ.

Угледоѣмная машина.

Угледоѣмная машина принадлежитъ фирмѣ *Пиррота* въ Бельгіи. Эта машина была выписана раньше нашего пріѣзда на Югъ, а потому намъ пришлось устроить только детали къ ней, а именно: направляющіе шкивы, барабаны, ленточный тормазъ и сигнальный приборъ.

Машина эта двойная, безъ махового колеса, съ кулисами Стифенсона. Канатъ плоскій, пеньковый $4'' \times \frac{3}{4}''$. Барабаны посажены на особомъ валу, получающемъ движеніе отъ вала машины помощью одной пары зубчатыхъ (чугунныхъ) колесъ, съ отношеніемъ діаметровъ $\frac{3}{1}$.

Діаметръ паровыхъ цилиндровъ $11\frac{1}{2}''$ и ходъ поршней $29'' = 2'5''$.

Нормальное число оборотовъ машины въ 1 м. $= 52\frac{1}{2}$
 " " барабановъ $= \frac{1}{3} \cdot 52\frac{1}{2} = 17\frac{1}{2}$.

Упругость пара въ котлѣ $3\frac{1}{2}$ атмосфер.

Радіусъ наибольшей навивки $4\frac{1}{4}'$
 " наименьшей " $3'2'' = 3',17$. } ширина барабановъ $5''$.

Вѣсъ каната 18 пуд.

Отношеніе наименьшаго радіуса къ толщинѣ каната $= 38'' : \frac{3}{4}'' = 50,7$.

Полезная нагрузка 40 пуд.

Мертвый грузъ (кѣтъ съ вагономъ) 30 пуд.

Моментъ сопротивленія въ началѣ подъема:

$M_1 = (18 + 40 + 30) 3,17 = 30 \cdot 4,25 = 278,96 - 127,50 = +151,46$ пудофут.

Моментъ сопротивленія въ концѣ подъема:

$M_2 = 70 \cdot 4,25 - 48 \cdot 3,17 = 297,5 - 152,16 = +145,34$ пудовъ.

Отсюда мы видимъ, что равенство моментовъ $M_1 = M_2$ почти соблюдено, слѣдовательно канатъ почти уравновѣшенъ.

Число оборотовъ барабановъ, соответствующее полному подъему:

$$\frac{4,25 - 3,17}{\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{12}} = 17,28.$$

Время подъема $= 1$ м. Считая на нагрузку и выгрузку тоже 1 м., полное время подъема $= 2$ м.

Діаметръ направляющихъ шкивовъ $= 6\frac{1}{2}$ ф.

Діаметръ тормазнаго шкива $= 5'$.

Скорость кѣтей $\frac{420}{60} = 7'$, въ 1 сек.

Число подъемовъ въ 20 рабочихъ часовъ, при непрерывномъ дѣйствіи машины:

$$\frac{60 \cdot 20}{2} = 600.$$

Полагая же всего 50% времени дѣйствія, суточная производительность будетъ $= 600 \cdot 0,5 \cdot 40 = 1200$ пуд., и годовичная $3\frac{1}{2}$ до 4 миллионъ пудовъ, между тѣмъ годовичная производительность предполагалась всего 2 до $2\frac{1}{2}$ миллионъ пудовъ.

Въ настоящее время, при легкомъ дѣйствіи машины, арендаторъ добываетъ въ годъ, изъ шахты *Дамара*, всего 600000 пуд. Пеньковый канатъ служить 2—3 года. Изъ всѣхъ шахтъ Лисичанскаго мѣсторожденія, изъ которыхъ большинство маленькія, въ годъ добывается всего 2.000.000 пуд. угля.

Лисичанскъ послужилъ разсадникомъ горнорабочихъ для всего Юга. Лучшіе, наиболѣе опытные рабочіе на рудникахъ Донецкаго бассейна по большей части лисичане.

Лисичанская штейгерская школа. Къ числу видныхъ памятниковъ, оставленныхъ въ наслѣдство Лисичанску бывшимъ казеннымъ управленіемъ, слѣдуетъ отнести Лисичанскую штейгерскую школу, выпустившую уже изъ своихъ стѣнъ свыше 120 научно-подготовленныхъ штейгеровъ, орудующихъ съ успѣхомъ на угольныхъ и соляныхъ кояхъ Донецкаго бассейна. Вездѣ на кояхъ намъ удалось слышать похвалы по отношенію Лисичанской школы. Успѣхъ дѣла этой школы исключительно зависитъ отъ прекраснаго штатнаго состава, усердно-преданныхъ своему дѣлу преподавателей. Практическое же направленіе преподаванія весьма облегчено нахожденіемъ школы у самыхъ рудниковъ, такъ что взаимныя миниатюрныхъ моделей, ученики видятъ предъ своими глазами настоящія горнозаводскія сооруженія.

Курсъ школы четырехгодичный. Сообразно этому при школѣ имѣются 4 небольшія аудиторіи, учительская, чертежная и небольшой кабинетъ съ довольно скудными коллекціями по минералогіи, но въ особенности физикѣ и механикѣ. Чертежныя работы весьма хороши. Начинаютъ съ геометрическихъ фигуръ, затѣмъ идетъ черченіе съ плановъ въ измѣненномъ масштабѣ, копированіе на калькѣ и наконецъ черченіе съ натуры. Руководителемъ черченія состоитъ молодой *Дьяковъ*, сынъ почившаго технолога *Дьякова*, много потрудившагося по устройству Лисичанскаго завода и рудника. При этомъ замѣтимъ, что чертежная крайне тѣсна и не имѣется совершенно свободнаго зала (сборной), гдѣ бы ученики могли отдохнуть въ перемѣну, между лекціями. Необходимо особой пристройкой или надстройкой 2-го этажа, хотя бы на одной части зданія, вѣскольکو увеличить помѣщеніе школы. Къ практическимъ работамъ внѣ школы относятся геодезическія и маркшейдерскія съемки и работы въ образцовой штольнѣ, составляющей принадлежность школы.

При самой школѣ имѣются двѣ небольшія мастерскія: кузница съ 3-мя горнами о двухъ огняхъ и плотничная. Эти мастерскія, однако, пасть мало

удовлетворили; оборудованіе ихъ весьма бѣдное. Отсутствіе слесарной мастерской, хотя бы мивіатюрной, представляетъ важный пробѣлъ. Для руководства практическими работами имѣется *штейгеръ* (съ 50 руб. мѣсячнымъ окладомъ), кузнечный мастеръ (40 р.) и плотникъ (30 р.). Содержаніе школы обходится 16500 р. с. ежегодно. Число воспитанниковъ около 80 и притомъ распредѣленныхъ такимъ образомъ, что въ I-мъ курсѣ около 40, а въ послѣднемъ не болѣе 10 или 15 человѣкъ. Нечувствующие особаго призванія, сами оставляютъ училище со II курса. Въ вакаціонное время, нѣкоторые изъ учениковъ нанимаются на работы въ рудникахъ. Въ виду той пользы для Донецкаго бассейна, какое оказываетъ Лисичанская штейгерская школа, необходимо было бы ассигновать одновременно небольшую сумму на необходимыя въ ней улучшенія.

Обращаемъ на это вниманіе, между прочимъ, и просвѣщенныхъ крупныхъ владѣльцевъ копей Донецкаго бассейна, которые, нѣтъ сомнѣнія, вполне сочувствуютъ процвѣтанію штейгерскаго училища.

Имѣется еще другая частная горная школа на Кореунскомъ рудникѣ *С. С. Полякова*, но результаты ея менѣе значительны, такъ какъ она не имѣетъ спеціальнаго штата преподавателей, и въ этомъ отношеніи пользуется услугами техниковъ, занятыхъ на рудникѣ, и даже стоящихъ во главѣ управленія, которые, по многосложности своихъ занятій, не могутъ удѣлять дѣлу преподаванія достаточно времени. Имѣется проектъ слитія этихъ двухъ школъ, по основанія этого проекта намъ хорошо неизвѣстны. Во всякомъ случаѣ мы полагаемъ труднымъ, несомнѣстимымъ сліяніе казеннаго и частнаго дѣла. Лучшимъ исходомъ, въ случаѣ упраздненія школы г. *Полякова* ¹⁾, было бы пожертвованіе, со стороны наслѣдниковъ его, движимаго имущества Лисичанской школы, что мы полагаемъ, не оскорбило бы память усопшаго учредителя.

Общее заключеніе на счетъ Лисичанскаго предпріятія.

Несмотря на давнее, почти 20-лѣтнее прекращеніе дѣйствія Лисичанскаго завода, при всякомъ удобномъ и не удобномъ случаѣ, мы слышимъ въ печати порицаніе этому казенному предпріятію, причемъ, между прочимъ, совершенно упускается изъ вида, что положеніе горнаго дѣла, при возникновеніи Лисичанскаго завода, было далеко не столь выяснено какъ теперь, чрезъ двадцать лѣтъ.

Затраченный на постройку Петровскаго и Лисичанскаго заводовъ капиталъ въ 1 миліонъ руб. с. цѣликомъ остался въ *Россіи* и послужилъ къ обогащенію мѣстнаго населенія. Слѣдовательно, особаго матеріальнаго ущерба государству это предпріятіе не причинило, между тѣмъ въ нашей печати гораздо больше кричали о неудачѣ Лисичанска, нежели о гибели какого-либо броненосца, раз-

¹⁾ О чемъ идетъ рѣчь.

бывшагося о подводный камень и стоящаго нѣсколько милліоновъ русскихъ денегъ, по большей части ушедшихъ за границу. Но Лисичанскъ оставилъ по себѣ и полезныя слѣды, трудно оцѣнимыя рублями, положивши начало развитію рудничнаго дѣла на Югѣ, создавъ контингентъ опытныхъ горно-рабочихъ, пользующихся славою лучшихъ рабочихъ въ Донецкомъ бассейнѣ. Опытная Лисичанская плавка дала возможность послѣдующимъ частнымъ заводамъ встать на болѣе прочную почву.

Затѣмъ являются еще весьма сомнительнымъ слѣдующіе вопросы: 1) настолько ли мѣстность Лисичанска не пригодна для горнозаводскаго дѣла, какъ это принято считать со времени прекращенія тамъ опытной плавки и 2) Всегда ли послѣдующіе частные предприниматели дѣйствовали рациональнѣе казны?

Малопригодность Лисичанскаго кокса для плавки была извѣстна дѣятелямъ Лисичанска, до задувки печи, но положено было испытать этотъ коксъ, по качеству своему близкій къ нѣкоторымъ худшимъ сортамъ бельгійскаго кокса, но все же употребляемымъ для плавки ¹⁾. Въ отношеніи кокса всегда предвидѣлся благопріятный исходъ, соединеніемъ Лисичанска съ Голубовскимъ рудникомъ (въ разстояніи 40 в.) дешевымъ рельсовымъ путемъ ²⁾. Голубовскій коксъ для небольшихъ и среднихъ размѣровъ доменныхъ печей представляетъ вполне пригодный матеріалъ. Для передѣльныхъ же производствъ и проч. Лисичанскъ обладаетъ превосходнымъ пламеннымъ углемъ. Затѣмъ къ преимуществамъ Лисичанска относятся: прекрасная, здоровая мѣстность ³⁾, большое селеніе и пригодная для судохотства рѣка Донецъ. Казна всегда относилась гораздо гуманнѣе къ быту рабочихъ, нежели частные предприниматели, въ особенности многіе углепромышленники, предоставляющіе рабочимъ въ жилища настоящія кануры въ безводной, безлѣсной степной мѣстности. Это обстоятельство однако при раздѣлкѣ чугуна и угля непринимаются въ соображеніе, а потому жизнь человѣческая и въ грошъ не ставится. Неудача Лисичанска зависѣла не столько отъ недостатка хорошаго кокса, какъ обыкновенно полагаютъ, сколько отъ недостатка рудъ, этого больного мѣста вообще Юга Россіи. Развѣданія мѣсторожденія, на которыя возлагалась большая надежда, при детальной разработкѣ оказались малозначущими, гнѣздового характера. Но спрашивается, избѣгли ли въ отношеніи рудъ ошибокъ послѣдующіе частные предприниматели, имѣя примѣръ Лисичанска? Можно съ увѣренностью сказать, что г. Юзъ не могъ бы развивать своего производства, а г. Пастуховъ принужденъ былъ бы закрыть свой заводъ не будь удачнаго случая открытія Криворожскаго мѣсторожденія, ставшаго извѣстнымъ 3 года спустя, послѣ основанія этихъ заводовъ (!), но разработка котораго начата

¹⁾ Въ то время достоинство кокса исключительно опредѣлялось химическимъ анализомъ. Механический анализъ кокса есть дѣло новѣйшаго времени (см. § 15).

²⁾ По прямому направленію это разстояніе около 27 в.

³⁾ Это было однимъ изъ серьезныхъ мотивовъ перенесенія В. К. Рашетомъ дѣла изъ стѣннаго Петровскаго завода въ Лисичанскъ.

въ относительно недавнее время. Доставка Криворожской руды въ Лисичанскъ ближе, нежели, напримѣръ къ г. Пастухову, въ Сулинѣ, поэтому мы полагаемъ, что существованіе чугуноплавильнаго и рельсоваго завода въ *Лисичанскѣ* по крайней мѣрѣ столь же возможно, какъ и существованіе заводовъ на Днѣпрѣ.

Гдѣ же тутъ такія колоссальныя ошибки казны и особое превосходство частныхъ предпринимателей, какъ объ этомъ проповѣдуютъ печатно дилетанты горнаго дѣла. При введеніи всякаго новаго дѣла ошибки и промахи неизбежны. Дѣлать дѣло трудно, а критиковать весьма легко. Критика полезна, когда она разумна и доброжелательна. Затѣмъ критика должна быть своевременная, а не десятки лѣтъ спустя послѣ совершившихся фактовъ. Поздняя критика есть дѣло чужого ума.

(Продолженіе въ слѣдующей книжкѣ).

СООБРАЖЕНІЯ О НАИВЫГОДНѢЙШЕМЪ ПОЛЬЗОВАНІИ ТЕПЛОТОЮ, РАЗВИВАЕМОЮ СЖИГАНІЕМЪ ГОРЮЧАГО ВЪ ПЛАМЕННЫХЪ НЕЧАХЪ.

К. Эйхорна ¹⁾.

При пользованіи теплотою сжиганія горючаго, т. е. теплотою, развиваемою отъ реакціи соединенія углерода горючаго матеріала съ кислородомъ воздуха, какъ и при пользованіи напоромъ воды, когда требуется, смотря по обстоятельствамъ, то сильный напоръ съ небольшимъ расходомъ воды, то малый напоръ, но съ большимъ количествомъ ея, или при пользованіи электричествомъ—то сильное напряженіе, то большая сила тока,—нужно различать развитіе очень высокихъ температуръ и развитіе большихъ количествъ теплоты и въ зависимости отъ этого примѣнять или горючее высокаго пирометрическаго дѣйствія, или высокой абсолютной теплопроизводительности.

Высокія температуры нужны для металлургическихъ процессовъ и получения свѣтовыхъ источниковъ, большія же количества тепла требуются для парообразованія, выпариванія жидкостей и для отопленія. Опытъ показываетъ, что, какъ въ другихъ, такъ и въ рассматриваемой сферѣ работъ, выгода стоитъ на сторонѣ интензивнаго производства, потому что въ большинствѣ случаевъ, при послѣднемъ условіи, потери, угары и накладные общіе расходы вообще меньше.

Въ данномъ случаѣ возможно высокія температуры, насколько то позволяютъ обстоятельства, какъ-то: тигли, огнеупорный матеріалъ, стѣнки кипяtilьныхъ или испарительныхъ сосудовъ, само обрабатываемое вещество и т. п., также оказываются наивыгоднѣйшими, такъ какъ при этомъ передача

¹⁾ Einige Betrachtungen über die Art der zweckmässigsten Ausnutzung der Verbrennungswärme in Flammöfen. Von K. Eichorn. „Stahl & Eisen“ 1888. August. Пер. Горн. Инж. Д. С.