

666
Г32

Д. В. Мешков

ИЗДАНИЕ
УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХЪ ВОДНЫХЪ ПУТЕЙ и ШОССЕЙНЫХЪ ДОРОГЪ
(по Отдѣлу Шоссейныхъ Сообщеній).

ТРУДЫ
ПО ИЗСЛѢДОВАНІЮ РУССКИХЪ ШОССЕЙНЫХЪ ДОРОГЪ
ВѢДОМСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.



КЛИНКЕРЪ (ЗВОНЧАКЪ), КАКЪ ИСКУССТВЕННЫЙ КАМЕНЬ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДОРОГЪ и СООРУЖЕНІЙ.

СОСТАВИЛЪ
Инженеръ п. с. А. А. Гельферъ,
Старшій Инспекторъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Министерства Путей Сообщенія
(Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К^о), Фонтанка, 117.
1913.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Техническимъ Бюро при Управленіи Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ съ 1906 года начато было собираніе изъ округовъ п. с. и земствъ, во временномъ завѣдываніи которыхъ находятся нѣкоторыя казенныя шоссейныя дороги, каменныхъ матеріаловъ, употребляемыхъ для ремонта и устройства шоссе. По мѣрѣ представленія мѣстными учрежденіями образцовъ камней, они сортировались по наиболѣе характернымъ породамъ и составу и отправлялись для производства петрографическаго изслѣдованія въ Геологическій Комитетъ.

По полученіи этихъ изслѣдованій, заслуживающіе наибольшаго вниманія какъ въ отношеніи минералогическаго состава, такъ и структуры породы камня, отобранные образцы Техническимъ Бюро по дорожнымъ дѣламъ отправлялись въ Механическую Лабораторію Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I-го, гдѣ опредѣлялись: удѣльный вѣсъ, степень насыщенности водою, испытывалась сопротивляемость ихъ замораживанію, истиранію и раздробленію.

Полученные обширные результаты петрографическаго и механическаго изслѣдованія нынѣ подверглись окончательной обработкѣ и систематизаціи, причемъ составленная въ Техническомъ Бюро рукопись съ приложеніями

сдана въ печать. Указанное, впервые предпринятое, обширное изслѣдованіе обнимаетъ лишь область естественныхъ каменныхъ матеріаловъ. Настоящимъ же выпускомъ имѣлось въ виду въ краткомъ и сжатомъ видѣ представить очеркъ развитія изслѣдованія *искусственнаго* камня— клинкера, изготовляемаго на казенныхъ заводахъ Варшавскаго Округа путей сообщенія и предполагаемаго къ широкому распространенію тамъ, гдѣ естественный камень либо очень дорогъ, либо отличается плохими качествами.

Инженеръ А. Гельферъ.

КЛИНКЕРЪ

(ЗВОНЧАКЪ),

какъ искусственный камень для устройства дорогъ и сооружений.

Россія одарена природою неисчерпаемыми богатствами, заключающимися не только въ полезныхъ ископаемыхъ, залегающихъ въ нѣдрахъ и на поверхности земли, но также и въ разнообразныхъ продуктахъ сельско-хозяйственной промышленности.

Для массовой транзитной перевозки этихъ дешевыхъ грузовъ по всѣмъ районамъ тяготѣнія движенія, наше государство, составляющее по пространству около $\frac{1}{6}$ поверхности земнаго шара, въ настоящее время располагаетъ, во-первыхъ, сѣтью сравнительно благоустроенныхъ желѣзныхъ дорогъ, протяженіемъ около 67.000 верстъ, и, во-вторыхъ, сѣтью сплавныхъ и судоходныхъ водныхъ путей во всей Европейской и Азіатской Россіи, протяженіе которыхъ достигаетъ 270.000 вер. Количество груза, перевозимаго тѣми и другими путями сообщенія, въ общей сложности составляетъ уже нынѣ около $8\frac{1}{2}$ миллиардовъ пудовъ. При этомъ почти вся предварительная подвозка означеннаго количества груза къ желѣзнымъ и водянымъ путямъ сообщенія совершается гужемъ. Независимо сего, колоссальное количество цѣнныхъ товаровъ, строительныхъ матеріаловъ и сельско-хозяйственныхъ продуктовъ подвозится также гужемъ къ городамъ, селеніямъ и торгово-промышленнымъ пунктамъ, къ рынкамъ мѣстнаго потребленія населенія. Полный же ежегодный грузооборотъ на нашей сѣти крайне неблагоустроен-

ныхъ шосейныхъ, мощеныхъ и грунтовыхъ дорогъ превосходить 10 миллиардовъ пудовъ. Сравнительныя данныя распределенія указанныхъ трехъ категорій путей сообщенія по пространству и населенію Европейской Россіи и главнѣйшихъ Западно-Европейскихъ государствъ ясно усматриваются изъ таблицы I.

Приведенная таблица даетъ наглядное представленіе о томъ обстоятельстве, до какой степени наша родина бѣдна благоустроенными сухопутными сообщеніями, т.-е. шосейными и желѣзными дорогами. Тогда какъ наши сосѣднія государства располагаютъ среднею плотностью распределенія сѣти жел. дорогъ—отъ $\frac{0,12 \text{ вер.}}{1 \text{ кв. вер.}}$ въ Пруссіи и до $\frac{0,10 \text{ вер.}}{1 \text{ кв. вер.}}$ во Франціи, мы пока достигли лишь нормы $\frac{0,012 \text{ вер.}}{1 \text{ кв. вер.}}$, и даже наша ближайшая сосѣдка Швеція оборудована въ дорожномъ отношеніи въ 3 раза лучше Европейской Россіи. Особенно неблагоприятнымъ факторомъ для внутренней, культурной жизни нашего, по преимуществу, крестьянскаго населенія (80 милл. душъ)—является отсутствіе благоустроенной сѣти шосейныхъ дорогъ, протяженіе которыхъ у насъ доведено въ настоящее время лишь до 35.000 вер. Этотъ народный бичъ выражается въ указанной таблицѣ нормою $\frac{0,007}{1 \text{ кв. вер.}}$; между тѣмъ какъ въ Пруссіи соотвѣтственная цифра почти въ 50 разъ больше, не говоря уже о Франціи, гдѣ превышеніе нашей нормы составляетъ въ 170 разъ. Такимъ образомъ, надо сознаться, что Россія является классическою страной бездорожья. Колоссальный экономическій ущербъ, ложащійся всею тяжестью на сельское хозяйство, происходитъ отъ этого недопустимаго бездорожья и выражается ежегодно многими сотнями милліоновъ рублей. До какой степени затрудняется перевозка грузовъ въ самый цѣнный періодъ времени, явствуетъ уже изъ того факта, что въ весеннюю и осеннюю распутицу подвозъ товаровъ къ желѣзнодорожнымъ станціямъ сокращается до 50 и даже до 90% (напр., на Рязанско-Уральской и др. жел. дор.),

Т а б л и ц а № 1.

Г О С У Д А Р С Т В А.	Пространство въ тысячахъ верстъ.	Численность населения въ миллионахъ.	Протяженіе желѣзныхъ, водныхъ и почтовыхъ путей въ тысячахъ вер.			Протяженіе на одну кв. версту.			Протяженіе на одного жителя.		
			Жел. дор.	Водн. пути (сплавн. и судоходн.).	Почсе.	Жел. дор.	Водн. пути (сплавн. и судоходн.).	Почсе.	Жел. дор.	Водн. пути (сплавн. и судоходн.).	Почсе.
Европейская Россія (съ Царствомъ Польскимъ и Сѣв. Кавказ.)	4580	145	55	164	34	0,012	0,036	0,0074	0,00038	0,00113	0,00023
Пруссія	300	36	36	10	100	0,12	0,03	0,33	0,001	0,0003	0,003
Германія	475	56	58	14,5	265	0,12	0,03	0,56	0,001	0,0003	0,005
Франція	472	39	47	12,5	565	0,10	0,027	1,20	0,0013	0,0003	0,015
Австро-Венгрія съ Босній и Герцоговиной	600	47	42	6,1	150	0,07	0,01	0,25	0,001	0,00013	0,003
Швеція	390	5,5	13,5	2	58	0,035	0,0005	0,15	0,025	0,00004	0,001
Англія (Великобританія и Ирландія)	276	42	37	7,2	256	0,13	0,026	0,95	0,0009	0,00018	0,006

а многія желѣзнодорожныя станціи, деревни, города и промышленные центры оказываются разобщенными съ окружающимъ ихъ міромъ.

распространен-
іе естествен-
наго камня.

При такихъ условіяхъ и въ связи съ повсемѣстно наблюдающимся развитіемъ автомобильнаго движенія, какъ пассажирскаго, такъ и грузового,—въ первую очередь выдвигается вопросъ о безотлагательной необходимости оборудованія нашего государства большою сѣтью магистральныхъ и подъѣздныхъ шоссе и мощеныхъ дорогъ къ городамъ, желѣзнодорожнымъ станціямъ, пристанямъ и торговопромышленнымъ пунктамъ, а также къ существующимъ главнымъ артеріямъ желѣзныхъ дорогъ, шоссе и водныхъ путей. Но при осуществленіи этой весьма важной культурной задачи мы, по необходимости, натываемся на крайне неутѣшительное обстоятельство, заключающееся въ *чрезвычайной бѣдности* Россіи въ хорошихъ каменныхъ строительныхъ матеріалахъ. Уже и нынѣ одна изъ главныхъ заботъ Министерства Путей Сообщенія заключается въ принятіи мѣръ къ упорядоченію хозяйства по поставкѣ и заготовкѣ каменныхъ матеріаловъ какъ для нуждъ желѣзныхъ дорогъ, такъ, равнымъ образомъ, и шоссеинныхъ сообщеній, потребляющихъ его ежегодно до 100.000 куб. саж. Запасы годнаго для строительныхъ цѣлей камня встрѣчаются въ Россіи либо въ видѣ коренныхъ мѣсторожденій и залежей его, т.-е. карьеровъ, либо въ видѣ разбросанныхъ по полямъ и въ оврагахъ валунныхъ образованій, принесенныхъ изъ Скандинавіи въ отдаленныя времена ледниковаго періода. Наиболѣе распространеннымъ для дорожностроительныхъ работъ является этотъ сборный полевой валунный камень, имѣющій происхожденіе отъ изверженныхъ вулканическимъ процессомъ породъ. Районъ распространенія указаннаго камня, по преимуществу гранитной, гранито-гнейсовой и частью кварцитовой породъ, начинается съ сѣверо-западныхъ и западныхъ губерній, отъ побережья Балтійскаго моря и Финскаго залива.

и доходить до южной части Привислянскаго края, а именно Кѣлецкой и южныхъ уѣздовъ Радомской и Люблинской губерній. Далѣе, онъ распространенъ по сѣвернымъ и нѣкоторымъ среднимъ губерніямъ Европейской Россіи. Граница его съ юга начинается вблизи г. Владиміра Волынскаго; затѣмъ, проходя по срединѣ Волынской губерніи мимо гор. Житомира, спускается вдоль Днѣпра до гор. Кременчуга. Здѣсь она поворачиваетъ къ сѣверу и обходитъ большой безвалунный клинъ, въ составъ котораго входятъ, вполнѣ или отчасти, губерніи: Харьковская, Курская, Орловская, Тульская и Воронежская. Повернувъ опять къ востоку у г. Павловска (Воронежская губ.), немного не доходя Волги граница уходитъ вдоль послѣдней къ сѣверу и далѣе — отъ Нижняго-Новгорода — къ сѣверо-востоку.

Вслѣдствіе быстрого въ теченіе послѣднихъ 20 лѣтъ истощенія запасовъ валуннаго гранитнаго камня вдоль желѣзныхъ и шоссейныхъ дорогъ, цѣны на него и на щебень изъ года въ годъ сильно повышаются. Главною причиною возрастанія цѣнъ на этотъ матеріалъ является затруднительность и дороговизна подвозки по плохимъ путямъ и развозки его по шоссе на лошадяхъ, составляющая, при вѣсѣ 1 куб. саж. камня около 1.200 пудовъ, приблизительно 5 рублей на первую версту и, сверхъ того, по 1 руб. на каждую послѣдующую версту доставки. Такимъ образомъ, доставка камня за разстояніе, напр., только 16 верстъ уже ложится накладнымъ расходомъ въ 15 руб. съ куб. сажени. Въ практикѣ округовъ п. с. имѣются гораздо болѣе характерные примѣры чрезвычайной дороговизны перевозки цемента, камня, желѣза и дерева. Такъ, напримѣръ, при устройствѣ въ Закавказьѣ новыхъ стратегическихъ дорогъ и при капитальномъ улучшеніи существующихъ путей приходится доставлять строительные матеріалы за разстояніе 50—137 верстъ на волахъ. При этомъ арба подымаетъ не болѣе 30 пудовъ груза, перевозка его стоитъ 3 р. 50 к. въ рабочій день, а куб. саж. щебня обходится при такихъ условіяхъ въ 165 рублей. Не говоря уже

о крайше медленномъ и продолжительномъ исполненіи этой операціи, нельзя не учесть еще другого чрезвычайнаго неудобства, заключающагося въ томъ, что во время полевыхъ работъ весною и осенью пропадаетъ значительная часть цѣннаго для дѣла строительнаго періода. При подобныхъ условіяхъ является, несомнѣнно, болѣе экономическою и совершенною механическая перевозка матеріаловъ. Грузовозы съ подъемною силою 300—700 пудовъ, приводимые въ движеніе двигателями внутренняго сгоранія, оказались бы въ данномъ случаѣ весьма полезными. Подобные тяжеловозы, работающіе на нефти, керосинѣ или бензинѣ, приобрѣли уже на Западѣ широкое распространеніе, какъ въ частныхъ, такъ и въ казенныхъ предпріятіяхъ. Нашимъ отечественнымъ Русско-Балтійскимъ вагоно- и машиностроительнымъ заводомъ также выработанъ типъ грузовика для перевозки кладей Военнаго вѣдомства. Организацію перевозки механической тягой строительныхъ матеріаловъ предполагается осуществить въ 1913 году въ широкихъ размѣрахъ въ Закавказьѣ при постройкѣ окружныхъ шоссе Ольты-Нариманъ и Эчмиадзинъ-Маркара. Ниже (на стр. 26) мнѣ придется нѣсколько подробнѣе остановиться на работѣ одного грузовика-тяжеловоза, который въ видѣ опыта въ текущемъ году былъ приобрѣтенъ для перевозки клинкерныхъ матеріаловъ на заводахъ Варшавскаго Округа Путей Сообщенія.

Другимъ болѣе распространеннымъ въ южныхъ и центральныхъ губерніяхъ матеріаломъ является *известнякъ*, быстро разрушающійся *) подъ вліяніемъ атмосферы и механическимъ воздѣйствіемъ проѣзда, вслѣдствіе чего его примѣненіе, напр., для устройства и ремонта шоссе представляется безусловно неэкономичнымъ и въ техническомъ отношеніи нецѣлесообразнымъ.

Помимо указанныхъ двухъ болѣе употребительныхъ каменныхъ матеріаловъ, въ Россіи получили, хотя и сравнительно ограниченное, примѣненіе еще и нѣкоторыя другія

*) Какъ и шиферъ.

естественныя породы камня, преимущественно осадочнаго образованія, а именно песчаники, фосфориты, гнейсы, кварциты, сланцы и пр. Примѣненіе твердыхъ породъ, какими являются, напр., порфиры, сіениты, базальты и нѣкоторыя другія, въ дорожно-строительной практикѣ встрѣчается лишь въ видѣ рѣдкихъ исключеній, вслѣдствіе крайпей бѣдности мѣсто-рожденій перечисленныхъ цѣнныхъ горныхъ породъ камня, характеризуемыхъ своимъ вулканическимъ происхожденіемъ.

Съ истощеніемъ вдоль линій путей сообщенія запасовъ годнаго къ употребленію строительнаго камня и съ постепеннымъ изъ года въ годъ возрастаніемъ спроса на этотъ матеріаль не только со стороны органовъ вѣдомства Министерства Путей Сообщенія, но и со стороны Военно-Инженернаго, Земскихъ и Городскихъ учрежденій, потребляющихъ въ общей сложности около 100.000 к. с. камня ежегодно,—понятно, замѣчается прогрессивное возрастаніе цѣнъ на названный стойтельный матеріаль. Не говоря уже о томъ обстоятельстве, что, напр., еще въ 1885 г. въ Люблинской губ. стоимость 1 куб. саж. гранитнаго щебня доходила уже до 100 руб.—въ настоящее время таковая же цѣна во многихъ районахъ другихъ губерній уже превзошла 125 руб. (см. таблицу № 2).

За послѣднее десятилѣтіе цѣны на гранитный камень и щебень въ Западномъ краѣ и даже въ нѣкоторыхъ центральныхъ губерніяхъ возросли на 40—50%. Вслѣдствіе сего, вѣдомство путей сообщенія уже нынѣ находится въ крайне затруднительномъ положеніи. При такихъ условіяхъ, конечно, приходится изыскивать не только другіе болѣе экономичные способы устройства и ремонта проѣзжей части дорогъ и сооруженій, но и обращаться къ производству *искусственнаго* камня.

Строительная практика прибѣгаетъ, преимущественно, къ **Употребленіе** двумъ категоріямъ искусственнаго камня—къ *бетону и кирпичу*, **искусственна-** въ широкомъ смыслѣ этого слова. Основнымъ элементомъ **го** камня. **перваго** является, какъ извѣстно портландъ-цементъ, а вто-

Т а б л и ц а № 2.

Стоимость 1 куб. сажени щебня въ рубляхъ.

Наименованіе округа или губерніи.	№ участка или дистан- ціи.	Цѣна 1 куб. саж. щебня.	
		ОТЪ	ДО
Варшавскій Окр.	1	52,9	86,0
" "	2	43,3	71,6
" "	7	37,1	75,8
" "	8	52,4	103,3
" "	9	60,7	85,2
" "	10	25,2	95,8
" "	12	51,3	79,0
" "	13	33,4	56,7
" "	14	48,1	106,0
Виленскій	1	28,0	60,0
" "	2	42,2	81,4
" "	3	42,9	61,2
" "	4	39,0	67,2
" "	5	20,0	55,0
" "	6	64,0	95,0
" "	7	41,0	61,0
" "	8	37,4	63,2
" "	9	47,0	70,0
" "	10	34,9	51,9
" "	11	42,0	58,0
" "	12	34,8	74,5
Кіевскій	1	50,0	73,0
" "	2	79,0	125,0
" "	3	42,5	107,0
" "	4	40,0	101,5
" "	5	73,0	117,0
" "	6	82,5	132,5
" "	7	73,0	114,5
" "	8	30,0	113,0
Московскій	—	48,0	87,0
Черниговская губ.	—	82,5	115,0
Харьковская "	—	116,0	121,0
Орловская "	—	85,0	110,0
Курская "	—	82,0	110,0
С.-Петербургская "	—	42,0	75,0



Рис. № 1.



Рис. № 2.

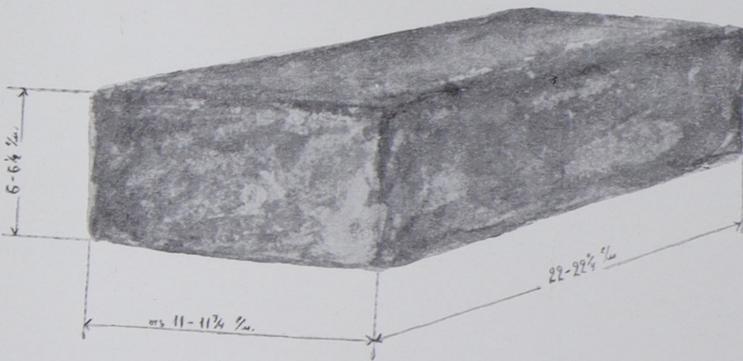


Рис. № 3.

рого — *мина*. Примѣненіе цемента къ устройству проѣзжей части сухопутныхъ сообщеній пока еще не увѣнчалось успѣхомъ, не только въ экономическомъ, но также и въ техническомъ отношеніяхъ. Напротивъ того, *кирпичъ*, при условіи его усовершенствованнаго изготовленія нижеуказаннымъ способомъ, заслуживаетъ безусловнаго вниманія именно въ дорожностроительной практикѣ *). Кирпичъ, обожженный въ спеціальныхъ газогенераторныхъ печахъ до степени остеклованія, носитъ въ практикѣ голландское названіе — **КЛИНКЕРА**, что по-русски значитъ *звончакъ*; названіе это ему дано потому, что онъ въ несмоченномъ видѣ при ударѣ издаетъ металлическій звукъ, отличаясь при этомъ сравнительно большою крѣпостью и сопротивляемостью атмосферическому и механическому воздѣйствію. Форма и размѣръ клинкера показаны на рис. № 3.

Переходя къ описанію самаго производства клинкера, считаю долгомъ оговориться, что я въ своемъ краткомъ трудѣ по необходимости вынужденъ былъ обойти молчаніемъ описаніе многихъ деталей и изложеніе подробностей, которыя я готовъ интересующимся этимъ сложнымъ дѣломъ пояснять лично въ служебное и неслужебное время. Поэтому рамки настоящаго изложенія я вынужденъ былъ ограничить только выясненіемъ существенныхъ сторонъ предмета, характеризующихъ клинкерное производство, и выдѣленіемъ и освѣщеніемъ тѣхъ наиболѣе выпуклыхъ фактовъ, которые заслуживаютъ широкаго вниманія. Обращаясь къ вопросу объ условіяхъ и способѣ производства клинкера, долгомъ своимъ считаю предпослать краткую исторію этой у насъ пока мало извѣстной отрасли промышленности.

Въ тѣхъ мѣстностяхъ Западной Европы, гдѣ естественный камень издавна былъ очень дорогъ или гдѣ его вовсе не было,

Исторія развитія клинкернаго производства.

*) Какъ для устройства дорожной одежды, такъ и для облицовки опоръ мостовыхъ сооруженій. Рис. №№ 1 и 2.

еще около 100 лѣтъ тому назадъ начали примѣнять искусственный камень-клинкеръ.

Инициатива примѣненія клинкера къ устройству дорогъ принадлежитъ Голландіи, и первые опыты мощенія были сдѣланы ею въ началѣ нынѣшняго столѣтія. Первая вымощенная клинкернымъ штучнымъ камнемъ дорога была построена въ 1809 г. отъ Амстердама въ Гаарлемъ, протяженіемъ 12,5 кил.

Въ началѣ къ примѣненію клинкера относились съ недо-вѣріемъ, вслѣдствіе чего только спустя десятки лѣтъ стали употреблять его для устройства дорогъ и въ сосѣднихъ мѣст-ностяхъ. Сороковые годы можно считать началомъ система-тического примѣненія клинкера къ устройству дорогъ въ За-падной Европѣ.

Несмотря на то обстоятельство, что сѣверныя части, вслѣд-ствіе своего выгоднаго географическаго положенія, до нынѣ еще получаютъ дешевымъ воднымъ путемъ естественный ка-менный матеріалъ—гранитъ, порфиръ и гравій, все же срав-нительная дороговизна его съ клинкеромъ привела къ тому, что употребленіе послѣдняго стало быстро распространяться, и даже старыя сухопутныя сообщенія постепенно пере-страивались въ клинкерныя дороги.

Вслѣдъ за Голландією стали строить мостовыя изъ клин-кера въ сосѣднемъ великомъ княжествѣ Ольденбургскомъ. Первый опытъ такой мостовой сдѣланъ былъ въ сѣверной части княжества изъ Ольденбурга до Эверса въ 1839 году на протяженіи $4\frac{1}{2}$ километровъ. Съ 1854 года количество клин-керныхъ мостовыхъ прогрессивно увеличивалось, и въ на-стоящее время въ семь княжествѣ, за немногими исключе-ніями, почти всѣ дороги вымощены клинкеромъ.

Слѣдующія по времени клинкерныя мостовыя стали строиться въ княжествѣ Шлезвигъ-Гольштейнскомъ и въ восточной Прус-сіи, въ окрестностяхъ Кенигсберга.

Въ настоящее время клинкерныя мостовыя во всѣхъ по-именованныхъ выше провинціяхъ составляютъ 50% всего протяженія дорогъ.

Затѣмъ, значительное употребленіе разсматриваемаго искусственнаго камня замѣчается въ Западной Пруссіи (напр., Ганноверской пров.) и Баваріи, а также въ Венгріи и Англійи. Особенно широкимъ распространеніемъ пользуется клинкеръ въ городахъ и пригородныхъ участкахъ Сѣверо-Американскихъ Штатовъ. Развитіе клинкерныхъ мостовыхъ за послѣднее время тамъ дѣлаетъ прямо сказочные успѣхи. Достаточно указать, что, несмотря на сравнительно недавнее (25 лѣтъ) введеніе этого рода мостильнаго матеріала, многіе города С.-Америки, какъ, напр., С.-Люисъ, Занесвилъ, Рочестеръ, Люисвилъ и др., насчитываютъ отъ 60 до 30⁰/₀ клинкерныхъ мостовыхъ. Въ 1911 году муниципалитетъ гор. Бальтимора ассигновалъ 10.000.000 рублей на перестройку своихъ мостовыхъ на клинкерныя. Наконецъ, въ текущемъ году разрѣшился въ утвердительномъ смыслѣ вопросъ о замощеніи всего, такъ называемаго, національнаго пути, имѣющаго протяженіе отъ Вашингтона до С.-Люиса.

Интересно отмѣтить, что эта Юго-Восточная часть Америки по скудости естественнаго камня и по разнообразію изобилующихъ тамъ глинъ весьма схожа съ Югомъ и Юго-Западомъ Россіи.

Въ Россіи вопросъ о примѣненіи клинкера въ дорожностроительной практикѣ возбужденъ сравнительно очень поздно. Первый газообжигательный заводъ для выдѣлки клинкера былъ построенъ въ 1883 году инженеромъ Сенницкимъ на казенномъ Замостскомъ шоссе, противъ 96 версты, въ Люблинской губерніи, въ г. Замостьѣ, и почти одновременно съ нимъ въ 1884 году былъ устроенъ Топчеевскій заводъ въ Черниговской губ.*), въ быв. Могилевскомъ округѣ п. с., на Черниговскомъ казенномъ шоссе, но не съ газообжигательною печью, а съ кольцеобразною печью системы Гофмана, въ которой обжигъ совершается только при температурѣ краснаго каленія,

*) См. трудъ инженера И. М. Якубовича „О клинкерѣ для мостовой“.

вслѣдствіе чего настоящаго клинкера не могло быть получено, а продуктъ, въ сущности говоря, является *жельзнякомъ*, т. е. хорошо обожженнымъ кирпичемъ, не доведеннымъ до степени плавленія, что, какъ увидимъ ниже, достигается лишь при температурѣ бѣлаго каленія, т. е. 1500° — 1800° по Ц.

На томъ и другомъ заводахъ значительная часть заготовленнаго клинкера разбивалась въ щебень и преимущественно въ такомъ видѣ употреблялась въ дѣло для шоссирования дорогъ.

Около того же времени стали употреблять клинкеръ и въ Екатеринодарѣ. Тамъ онъ получилъ такое же примѣненіе, какъ и за границею, т. е. употреблялся въ видѣ мощенія, и по настоящее время уже вымощено клинкеромъ около $\frac{1}{3}$ поверхности всѣхъ городскихъ улицъ.

Къ сожалѣнію, городъ не имѣетъ до сихъ поръ спеціально клинкернаго завода, и клинкеръ, заготавливаемый на обыкновенныхъ кирпичныхъ заводахъ, получается сравнительно плохого качества.

Въ виду достигнутыхъ благоприятныхъ результатовъ примѣненія клинкера, спустя 10 лѣтъ, т. е. въ 1903—4 гг., въ Варшавскомъ округѣ путей сообщенія былъ построенъ 2-й казенный заводъ въ Избицѣ, у гор. Красностава, на томъ же Замосткомъ шоссе Варшавскаго округа п. с., причемъ было обращено вниманіе на постепенный, планомѣрный переходъ отъ шоссирования къ мощенію клинкеромъ, какъ болѣе цѣлесообразный способъ использованія искусственнаго каменнаго матеріала. Прогрессивное повышеніе цѣнъ, выражающееся 100 рублями и доходившей даже до 130 рублей за кубическ. сажень гранитнаго щебня, и установленная многолѣтнею практикою непригодность мѣстныхъ дорогихъ известковыхъ породъ для потребностей ремонта Замостскаго и Устилугскаго шоссе, вынудили Министерство Путей Сообщенія расширить районъ выдѣлки и употребленія клинкера путемъ устройства еще 2-хъ заводовъ.



Рис. № 4. Общій видъ упрощеннаго типа завода безъ каменной сушилки.

Такимъ образомъ, 3-й заводъ уже былъ сооруженъ въ 1909 году въ м. Бѣлопольѣ на Устилугскомъ шоссе, а 4-й въ м. Будахъ на Замостскомъ шоссе заканчивается въ настоящемъ году. Все производство нынѣ заключается, главнымъ образомъ, въ обжигѣ клинкера для устройства мостовой. Кромѣ упомянутыхъ 4-хъ казенныхъ заводовъ Варшавскаго округа, въ 1906 году инженеромъ Зборовскимъ былъ построенъ въ городѣ Люблинѣ первый частный заводъ, доставляющій клинкеръ для мощевія улицъ города и пригороднаго губернскаго шоссе (рис. № 4). Благодаря этому заводу Люблинъ пользуется недорогими и очень нарядными мостовыми. Съ 1906 по 1911 годъ всѣ главныя улицы этого города замощены клинкеромъ.

Городъ Замостье Люблинской губерніи также вымощенъ клинкеромъ, покупаемымъ магистратомъ у частныхъ небольшихъ заводовъ. Благодаря свойствамъ глины этотъ клинкеръ оказывается долговѣчнымъ, а городъ по своему санитарному состоянію и внѣшнему виду выдѣляется среди прочихъ уѣздныхъ городовъ.

Для производства клинкернаго камня нельзя употреблять глину въ такомъ видѣ, въ какомъ она встрѣчается въ природѣ; ее надо прежде всего подвергнуть вымораживанію и вывѣтриванію, а затѣмъ также нѣкоторой механической обработкѣ, благодаря чему достигается ея образовательность (пластичность). Способность глины сохранять послѣ обжига форму, приданную ей до обжига, обуславливается степенью ея чистоты, а именно: жирная глина обладаетъ этою способностью въ меньшей степени, а глина тощая—въ бѣльшей степени. При этомъ способность тощихъ глинъ не измѣнять послѣ обжига своей формы зависитъ отъ рода отощающаго матеріала, его количества, крупности, равномерности, его распредѣленія, а также отъ степени тугоплавкости глины. Лучшимъ отощающимъ матеріаломъ является кварцевый песокъ. Чистая жирная

Качество
глины.

глина, теряя при сушкѣ и обжигѣ воду, уменьшаясь въ объемѣ, ссыхается, трескается и коробится.

Встрѣчаемое въ природѣ огромное количество глины преимущественно смѣшано съ веществами, которыя различнымъ образомъ измѣняютъ ея составъ. Вслѣдствіе этихъ причинъ измѣняются и ея пластичность и другія качества.

Въ обработанной глинѣ не должны находиться твердыя тѣла большой величины, какъ, напримѣръ, отвердѣвшіе куски глины, гипса, извести, мергеля, сѣрнаго колчедана, камни или земляныя и органическія вещества. Они мѣшаютъ формованію и, дѣлая его болѣе труднымъ, или производятъ неравномѣрность ссыхания, или оказываются вредными во время обжига вслѣдствіе сильнаго расширенія объема тѣла или его охлажденія. Образование трещинъ уменьшаетъ прочность матеріала. Если глина не достаточно чиста, то до употребленія ея въ дѣло ее необходимо очистить или подвергнуть другой какой-нибудь обработкѣ. Если она жирна и содержитъ много кусковъ камней, кварца, окиси желѣза и пр., то вполне достаточно ее прокатать; тогда камни раздробятся и въ этомъ видѣ они не будутъ вредны, но даже составятъ полезную утощающую смѣсь. Уничтоженіе твердыхъ включеній и сгустковъ, равнымъ образомъ и приданіе матеріалу пластичности, иногда достигается продолжительнымъ вымачиваніемъ глины, для чего послѣднюю за нѣкоторое (нѣсколько недѣль или мѣсяцевъ) время до выдѣлки сырца обильно поливаютъ водой. При этомъ происходятъ сложные отчасти химическаго, отчасти бактериологическаго характера процессы, наукой вполне еще не разработанные, но хорошо извѣстные всѣмъ глинодѣламъ подъ именемъ „лясованія глины“.

При наличности въ глинѣ камней, постороннихъ тѣлъ, или же при слишкомъ тощихъ глинахъ, полезно сырой матеріалъ подвергать отмучиванію. Но вслѣдствіе большой стоимости этой манипуляціи, она примѣнима только при изготовленіи фабрикатовъ высокаго качества. Мятьемъ и ударами

сообщают глинистой массѣ однородность. Очень часто глина идетъ въ употребленіе только въ соединеніи съ другими ея сортами, и такія смѣси требуются частью для того, чтобы исправить пластичность, частью для придавія обожженной массѣ извѣстнаго цвѣта, частью для регулировки удобно-расплаваемости. Въ этомъ случаѣ простое мятье и удары недостаточны; необходимо употребленіе болѣе сильныхъ и быстро дѣйствующихъ средствъ, какими являются катки и другіе приборы для дробленія глины, снабженные винтообразными ножами. Глиномятныя и др. машины, служащія для ея обработки, обладают значительною производительностью и обыкновенно приводятся въ движеніе паромъ. Подробное описаніе машинъ, служащихъ для обработки глины, помѣщено въ напечатанномъ *) инженеромъ Цвѣтковскимъ въ 1909 году отчетѣ о командировкѣ за границу для ознакомленія съ клинкернымъ производствомъ. Вслѣдствіе этого я не буду останавливаться на разсмотрѣніи и описаніи такого рода машинъ, которыя по существу своему относятся вообще къ гончарной и кирпичной промышленности. Утощающія примѣси состоятъ обыкновенно изъ крупнозернистаго песку, раздробленныхъ въ песокъ камней (кварца, гранита, порфирифта и т. п.), или лучше всего изъ измельченныхъ обломковъ крѣпко выжженной глины такого же сорта.

Глина, годная для выдѣлки клинкера, годится и для изготовленія хорошаго кирпича, но обратнаго значенія эта фраза не имѣетъ. Для кирпича считается пригодной всякая глина, безъ крупныхъ включеній мергеля, гомогенная, поддающаяся легкой обработкѣ и не требующая высокой температуры для обжига.

Клинкерная глина должна прежде всего быть густоплавкой. Это свойство позволяетъ обжечь фабрикатъ до температуры плавленія (остеклованія массы), не деформируя его. Для густоплавкости глинъ необходимо присутствіе въ нихъ сили-

*) Изданіе Варшавскаго Округа п. с. 1910 г.

58458

катовъ, обладающихъ способностью при началѣ плавленія — въ доступной обжигательнымъ печамъ температурѣ — сохранять приданную кирпичамъ форму.

Самымъ цѣннымъ силикатомъ, удовлетворяющимъ сказаннымъ условіямъ, считается силикатъ желѣза въ закисной или окисной формѣ.

Точно такъ же цѣнится присутствіе въ глинѣ щелочныхъ солей, какъ способствующихъ густоплавкости ея.

Легкоплавкіе силикаты, напримѣръ, извести, присутствуя въ глинѣ въ количествѣ большемъ 4%, значительно усложняютъ задачу полученія клинкера правильныхъ формъ. Присутствіе магнезіальныхъ солей, повышая температуру плавленія, также способствуетъ деформациі. Практическіе выводы изъ сказаннаго уже намѣчаются: глины, содержащія 6% или въ большемъ количествѣ соединеній желѣза при полномъ или почти полномъ отсутствіи магнезіальныхъ солей, годны для выдѣлки клинкера; извѣстная часть соединеній желѣза можетъ быть замѣнена присутствіемъ щелочныхъ солей, и отъ такой замѣны цѣнные качества клинкера не пострадаютъ. Глины, обладающія силикатомъ извести, какъ главнымъ плавнемъ, требуютъ для изготовленія клинкера особыхъ смѣшеній съ другими, болѣе рефракторными, глинами.

Вообще, химическія изслѣдованія помогаютъ разобратъся въ сравнительной пригодности глинъ, но, тѣмъ не менѣе, не могутъ служить единственнымъ руководствомъ къ оцѣнкѣ сырыхъ матеріаловъ. Извѣстный англійскій ученый и специалистъ по керамикѣ сказалъ: „химія керамики есть химія не оконченныхъ реакцій, а въ кирпичѣ даже не начатыхъ“. Эту мысль надо не упускать изъ вида и всегда наряду съ химическими анализами глинъ прибѣгать и къ опытнымъ опредѣленіямъ.

Глина на пріобрѣтенномъ подѣ казенный заводъ въ гор. Замостьѣ участіе земли оказалась вполне хорошихъ качествъ для выдѣлки клинкера и по своему составу до извѣстной сте-

пени приближается къ заграничной хорошей клинкерной глины въ „Бокгорнѣ“ *).

Результаты анализа ея нижеслѣдующіе:

	въ Замостьѣ.	въ Бокгорнѣ.
Кремнезема	79 ⁰ / ₀	70,22 ⁰ / ₀
Глинозема.	9,4 ⁰ / ₀	13 ⁰ / ₀
Химически связанной воды .	4,31 ⁰ / ₀	5,30 ⁰ / ₀
Окиси желѣза.	2,83 ⁰ / ₀	6,70 ⁰ / ₀
Извести.	0,83 ⁰ / ₀	5,68 ⁰ / ₀
Магнезій	0,66 ⁰ / ₀	
Щелочныхъ солей	2,93 ⁰ / ₀	
Итого	100 ⁰ / ₀	

Изъ этихъ данныхъ можно усмотрѣть, что, хотя окиси желѣза въ казенной глины менѣе, чѣмъ въ глины Бокгорна, но значительный ⁰/₀ щелочныхъ солей восполняетъ этотъ пробѣлъ, и въ дѣлѣ эти глины очень схожи.

При температурѣ бѣлаго каленія плавни, имѣющіеся въ глины, размягчаются и какъ бы цементируютъ болѣе рефракторную основу кирпича; въ такомъ состояніи клинкеръ представляетъ уже одно цѣлое, а не механическую смѣсь, держащуюся лишь взаимнымъ прилипаніемъ частицъ. При дальнѣйшемъ повышеніи температуры до 1500—1800⁰ Ц. масса кирпича проявляетъ извѣстную подвижность своихъ частицъ. Кирпичъ значительно уменьшается въ размѣрахъ и приобретаетъ наиболѣе плотное состояніе, какое матеріалу можно сообщить; этому же состоянію соотвѣтствуетъ наибольшая упругость кирпича. При дальнѣйшемъ повышеніи наступаетъ общая деформация фабриката, его тѣло становится пористымъ и упругія качества быстро исчезаютъ.

То состояніе кирпича, при которомъ онъ обладаетъ наи-

*) Въ Великомъ Герцогствѣ Ольденбургскомъ.

большей плотностью и упругостью, называется клинкернымъ. Оно совпадаетъ съ началомъ остеклованія массы.

На это, между прочимъ, указываетъ также и наименованіе клинкера на англійскомъ и французскомъ языкахъ, на которыхъ этотъ матеріалъ называется vitrified brick и la brique vitreuse, что означаетъ кирпичъ съ остеклованной массой.

Однако, приготовленіе такого рода кирпича сопряжено, какъ указано выше, со многими трудностями и обходится дорого, благодаря, главнымъ образомъ, необходимости производить равномерный обжигъ въ особыхъ сложнаго устройства газогенераторныхъ печахъ системы Мендлейма при очень высокой температурѣ. Съ другой стороны, трудность приготовленія клинкера заключается также въ необходимости подбора соответственнаго состава глины и пропорціи песка.

Общее описаніе клинкернаго завода. Переходя къ краткому описанію клинкернаго завода, необходимо замѣтить, что главнѣйшія устройства его состава вліяютъ:

- 1) 3-хъ этажное зданіе для помѣщенія газовой сушилки, стоимостью около 24.000 р. (Рис. № 5-6 и черт. № 1);
- 2) газообжигательная печь—10-камерная около 35.000 р. на Замостскомъ и 12-камерная около 43.000 р. на Бѣлопольскомъ, Избицкомъ и Будовскомъ заводахъ (Рис. № 7 и 8);
- 3) два генератора къ газовой печи—около 5.000 р. (Рис. № 9);
- 4) дымовая труба—около 4.000 р.;
- 5) сарай для сушки сырца—около 5.500 р.;
- 6) баракъ для помѣщенія служащихъ—около 3.600 р.
- 7) сарай для инструментовъ—около 2.000 р.;
- 8) казармы—около 5.000 р.;
- 9) огражденія завода заборомъ и рвомъ—около 2.000 р.;
- 10) артезианскій колодезь—около 1.000 р. и
- 11) комплектъ машинъ, какъ-то: бѣгуновъ для обработки глины, элеватора для подъема сырца въ сушильню,

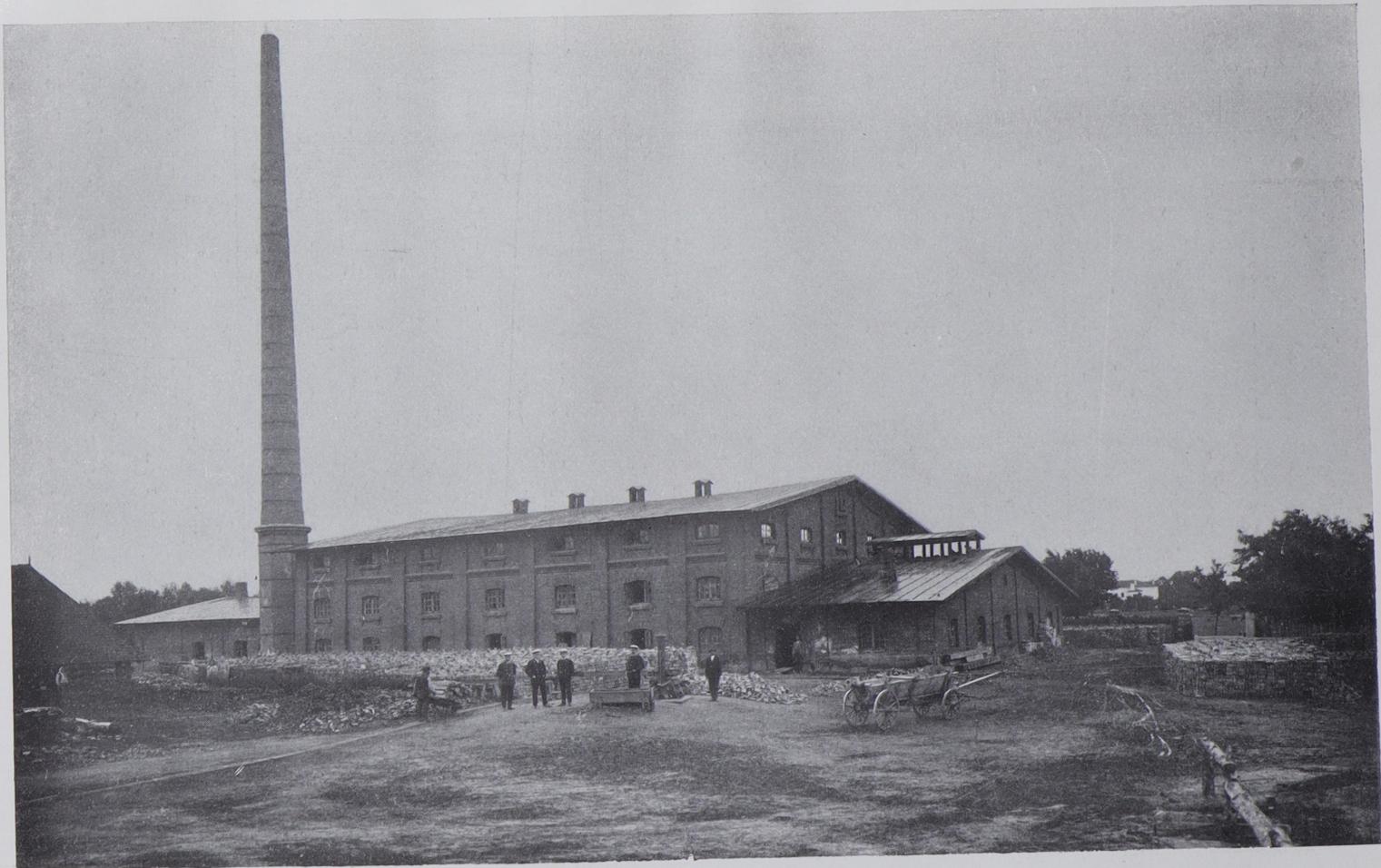
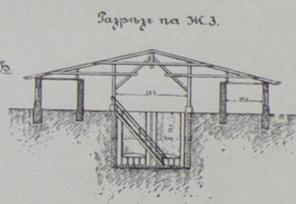
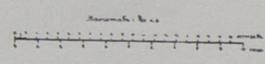
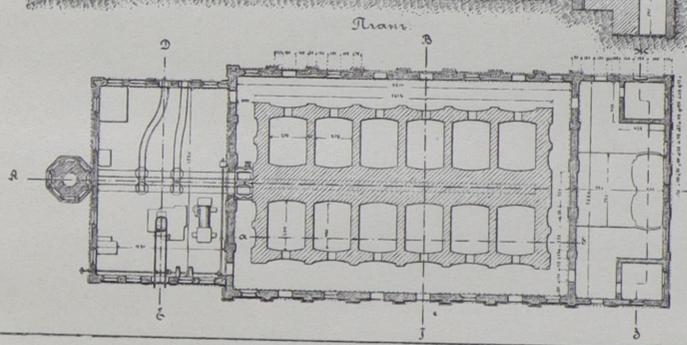
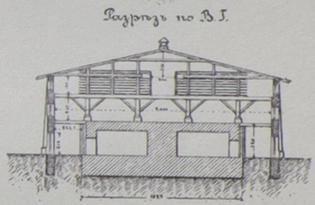
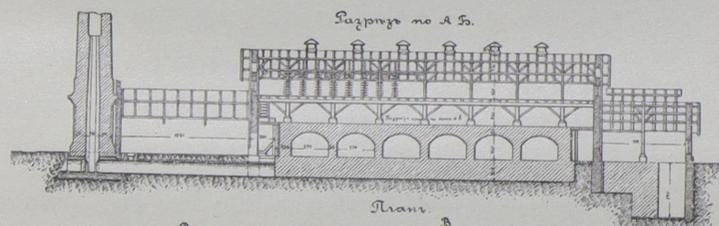
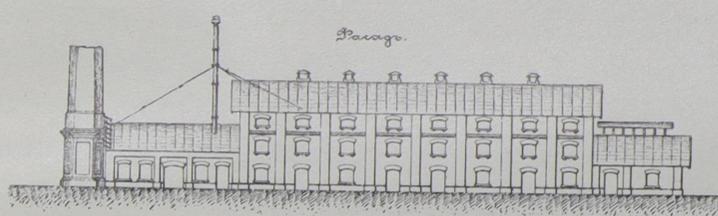


Рис. № 5. Общій видъ завода.



Рис. № 6. Сушилка.

Клинкерный завод
с 12-ти камерною пелью въ пос. Избича
на ряз. губернии близ ст. Варшавскаго Оуп. п.с.



Черт. № 1.

лобомобиля, кирпичедѣлательной машины для выдѣлки сырца, — всего около 13.000 р.

Такимъ образомъ, полная стоимость завода съ оборудова-
ніемъ, но безъ расхода на приобретение земли, составляетъ
около 107.000 р.

Наиболѣе цѣнная часть завода — печь системы *Мендгейма* —
состоитъ изъ извѣстнаго четнаго числа (отъ 10 до 22) камеръ,
двухъ газогенераторовъ и вытяжной трубы. Черт. №№ 2 и 2-а.

Главные достоинства и особенности этой печи заключаются
въ безопасности отъ взрыва, въ сбереженіи топлива, въ пре-
восходномъ экономизированіи теплоты, въ возможности про-
извольнаго управленія пламенемъ безъ всякой зависимости
отъ состоянія внѣшней атмосферы и доведенія температуры этого
пламени горючихъ газовъ до степени бѣлаго каленія глины.
Лишь при такихъ условіяхъ можно получать хорошо обожженный
звончакъ. Хотя газообжигательныя печи съ генераторами отно-
сительно дороже другихъ системъ, но зато онѣ даютъ болѣе
процентъ хорошо обожженного клинкера. При умѣломъ упра-
вленіи газомъ количество звончака можетъ быть доведено до
95% всего продукта обжига.

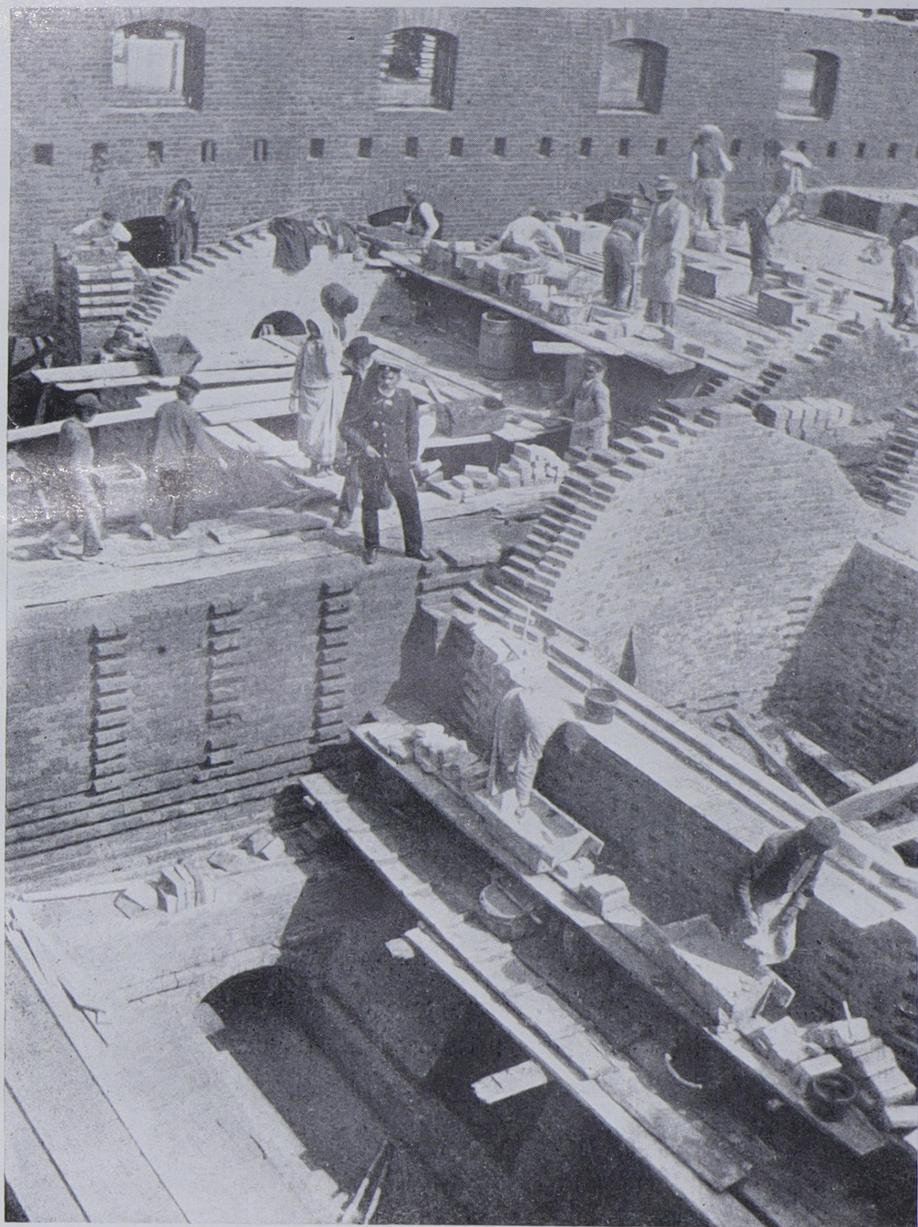
Въ Гофманской кирпичеобжигательной печи Топчеевскаго
завода обжигаемый сырецъ въ камерахъ соприкасается непо-
средственно съ топливомъ (дровами или торфомъ). Въ печи-же
Мендгейма сырецъ обжигается газомъ, получаемымъ при не-
полномъ сгораніи топлива въ особомъ газо-генераторѣ.

Сравненіе изготовленныхъ образцовъ показываетъ, что,
хотя въ обѣихъ печахъ для обжига одной тысячи штукъ сырца
требуется то же количество дровъ ($\frac{1}{3}$ куб. саж.), но качество
клинкера, полученнаго изъ газообжигательной печи *Мендгейма*,
значительно выше качества желѣзняка, обожженнаго въ печи
Гофмана. Сырецъ, нагруженный въ камеру и подверженный
дѣйствию горящаго газа, обжигается равномернѣе и почти въ
одинаковой степени по всей камерѣ, нѣсколько слабѣе только
къ поду печи. Въ печи Гофмана сырцы, образующіе собою

колодцы, оставленные для забрасыванія топлива, къ концу обжига совершенно перегораютъ, вслѣдствіе чего въ этихъ мѣстахъ получается уже не желѣзнякъ, а пузыристая легкая пережженная масса, слившаяся подъ дѣйствіемъ слишкомъ большого огня въ огромный неправильный комъ. Замѣчательно еще то явленіе, что сырцы, расположенные рядомъ, не только не пережжены, но, напротивъ, не получили той степени обжига, которая требуется для клинкера хорошаго качества. При обжигѣ клинкера въ печахъ Мендгейма, пламя горящаго газа охватываетъ каждую штуку сырца въ отдѣльности, проходитъ во всѣ промежутки между установленнымъ въ камерѣ сырцомъ, пробираясь во всѣ щели и даже во всѣ скважины, попадающіяся въ отдѣльныхъ кирпичахъ.

Устройство
печи и обжигъ
сырца.

Переходя къ описанію пріемовъ и способовъ обжига, употребляемыхъ при дѣйствіи завода, необходимо замѣтить, что при печи устроены два генератора для добыванія газа изъ дровъ; для этой цѣли съ успѣхомъ можно также употреблять торфъ и каменный уголь. Каждый генераторъ вмѣщаетъ до 2—2,3 куб. саж. дровъ. Два генератора устроены потому, что одинъ изъ нихъ оставляется какъ запасный, ибо, при добываніи изъ дровъ для обжига газа, онъ увлекаетъ за собою твердыя частицы, какъ-то: смолу, сажу, которая, засоряя устья каналовъ, препятствуетъ свободному потоку газа въ камеры. Вслѣдствіе этого приходится прочищать генераторъ и каналы черезъ каждые два мѣсяца, а иногда и чаще. Во время остыванія и чистки одного дѣйствуетъ другой генераторъ, который, въ свою очередь, долженъ быть заранѣе прочищенъ и плотно закиданъ дровами, и быть въ полной готовности для добыванія изъ него газа. При такой перемѣнѣ генераторовъ происходитъ незначительное промедленіе въ доставкѣ газа въ ту камеру, въ которой при перемѣнѣ производился обжигъ; но это обжигу не вредитъ, и лишь только періодъ обжига камеры становится нѣсколько болѣе продолжительнымъ, составляя, примѣрно, до 60 часовъ.



Постройка печей. Рис. № 7.

го и месяц

Гривна
собира
Гривна
дле
Гривна
дле
Гривна
мощ
Гривна
дле
Гривна
Т
Гривна
В. Т

Устройство
печи и обжигъ
сырца.

Ш
П
Д
Т
2
Ч
ДО
СО
ча
др
за
по
ш
бол

Газъ, какъ сказано выше, добывается на казенныхъ заводахъ изъ дровъ въ газогенераторахъ. Устройство ихъ не-сложно: это два совершенно одинаковыхъ колодца, каждый глубиною $2\frac{1}{2}$ саж., длиною 1 саж. и шириною $\frac{1}{2}$ саж. *). Поперекъ генераторовъ, на высотѣ 1 аршина отъ низа, расположены въ рядъ чугунные колосники, числомъ по 74 штуки въ каждомъ. Отдѣленное такимъ образомъ поддувало закрывается съ передней, по длинѣ генератора, стороны 4-мя желѣзными дверцами. Верхъ этихъ колодцевъ-генераторовъ, выложенныхъ внутри сплошь огнеупорнымъ кирпичемъ на такой же глинѣ, сравнивается съ наружною поверхностью печи, и тутъ устроено къ каждому генератору по два желѣзныхъ ящика, имѣющихъ внизу желѣзныя створчатыя днища, а сверху прикрывающихся съемными желѣзными же крышками, края которыхъ входятъ въ довольно глубокия, наполненные водою, желобки, помѣщенные по краямъ ящика; такимъ образомъ, закрытый крышкою ящикъ будетъ сверху герметически закупоренъ. Эти именно ящики и служатъ пріемниками для топлива.

Питаніе генератора производится слѣдующимъ образомъ: по снятіи верхней крышки, ящикъ наполняется топливомъ; затѣмъ крышку закрываютъ и помощью рычага съ противовѣсомъ открываютъ нижнее створчатое днище ящика; тогда топливо собственною тяжестью вываливается въ генераторъ, противовѣсъ самъ смыкаетъ днище, и опорожненный ящикъ можетъ снова принять новую порцію топлива.

За дѣйствіемъ генератора необходимо также бдительное наблюденіе умѣлыхъ надсмотрщиковъ. Такъ какъ необходимо, чтобы генераторъ былъ всегда наполненъ дровами, сдѣланы въ каждомъ герметическомъ закидномъ ящикѣ по четыре плотно закрывающихся небольшихъ круглыхъ отверстія, черезъ которыя и наблюдается—достаточно ли дровъ въ генераторѣ, который постоянно долженъ быть полный. Отъ своевременной

*) На Замостскомъ заводѣ.

закидки дровъ зависить ихъ береженіе. Если надсмотрщикъ недостаточно внимателенъ, то дрова могутъ горѣть пламенемъ, чего ни подъ какимъ видомъ допускать не слѣдуетъ, не только ради береженія топлива, но и для безопаснаго дѣйствія генератора.

На Замостскомъ клинкерномъ заводѣ генераторъ питается исключительно дровами, хотя, въ виду повышающейся цѣны на дрова, съ пользой можно бы было употреблять торфъ и каменный уголь. Въ этомъ смыслѣ вопросъ о топливѣ въ настоящее время и поставленъ къ разрѣшенію. Дрова здѣсь поставляются смѣшанныя на половину сосновой и буковой породы. Тяга, необходимая для разложенія дровъ и заставляющая полученный въ генераторѣ газъ проходить въ желаемую камеру, получается такимъ образомъ, что наружный воздухъ черезъ поддувало—сквозь колосники—проходить въ генераторъ, и здѣсь дрова, разъ зажженные, при помощи недостаточно притекающаго количества воздуха тлѣютъ. Газъ, полученный при неполномъ сгораніи дровъ, поступаетъ въ каналъ, коимъ проводится въ обжигаемую камеру печи, наполненную сырцомъ. Камера поднятымъ изъ нея вентильнымъ клапаномъ сообщается съ главнымъ дымовымъ каналомъ, который оканчивается вытяжной трубою. Такимъ образомъ, притокъ воздуха къ генератору и притокъ газа въ камеру обезпечены, если камера сообщена съ трубою. Для того же, чтобы газъ въ камерѣ могъ горѣть, необходимъ вновь доступъ воздуха прямо въ камеру. Этотъ воздухъ поддерживаетъ горѣніе газа, а доступъ его достигается тѣмъ, что камера по счету № 3, предшествующая обжигаемой, открывается для остыванія. Тогда наружный воздухъ, входя въ нее помощью тяги той же вытяжной трубы и при посредствѣ соединительныхъ каналовъ между камерами, втягивается, постепенно переходя черезъ промежуточные камеры къ фейербрикамъ обжигаемой камеры, и, входя одновременно съ газомъ, поступающимъ сюда прямо изъ генератора, питаетъ горѣніе газа. Для соединенія сосѣднихъ камеръ



Рис. № 8. Общій видъ расположенія камеръ.

между собою служатъ особыя соединительные каналы, о которыхъ упоминалось выше. Далѣе, для сообщенія любой камеры съ вытяжной трубою, имѣются большіе вентили I, II, III, IV, V, VI, VII VIII, IX и X. Для управленія притокомъ газа изъ генератора къ камерамъ служатъ вентили а, по четыре для каждой камеры соотвѣтственно числу фейербриковъ.

Приемъ для воспламененія газа слѣдующій.

Въ началѣ обыкновенно оставляется одна камера, ближайшая къ генератору, незагруженною, и въ ней производится обыкновеннымъ образомъ топка дровами посредствомъ устроенныхъ временно четырехъ нагрѣвательныхъ очаговъ, которые строятся такъ, чтобы они были въ сообщеніи съ 4-мя ходами поперечной стѣнки сосѣдней камеры, гдѣ уже сырецъ насаженъ. Посредствомъ этой топки, продолжающейся обыкновенно до 155 часовъ или шести сутокъ, воздухъ въ послѣдующей камерѣ накаливается до того, что впущенный въ нее газъ мгновенно можетъ воспламениться, и тогда дѣйствіе его продолжается непрерывно во все время кампаніи, пока не окончится выжигъ требуемой пропорціи звончака.

Лучшими дровами для добыванія считаются сухія сосновыя и буковныя, а также березовыя и ольховыя; менѣе хорошими — дубовыя.

На каждую камеру въ сутки расходуется дровъ не болѣе $1\frac{1}{2}$ куб. саж., такъ что на обжигъ одной камеры потребуется до $3\frac{1}{4}$ куб. саж. дровъ. Главнѣйшіе расходы по содержанию и дѣйствию завода слагаются:

- 1) изъ стоимости топлива (45⁰/о);
- 2) изъ стоимости приготовленія фабриката (около 25⁰/о);
- 3) изъ стоимости ремонта печи, машинъ, спарядовъ и пр. (около 5⁰/о);
- 4) изъ стоимости пополненія инвентаря, улучшенія и расширенія завода (10⁰/о);
- 5) изъ стоимости содержанія администраціи (10⁰/о),

и 6) погашенія на затраченный капиталъ (5⁰/о).

Получаемый изъ генераторовъ газъ отличается отъ обыкновеннаго газа тѣмъ, что здѣсь углеродъ, при неполномъ сгораніи топлива, переходитъ въ окись углерода CO, которая и есть въ сущности главная составная часть добываемаго газа. Кромѣ окиси углерода получаютъ еще разныхъ составовъ углеводы и водородъ H, а всего 35⁰/о горючихъ газовъ и 65⁰/о негорючихъ составныхъ частей.

Камеры расположены попарно одна за другой, перекрыты сводами и облицованы внутри сплошь огнеупорнымъ матеріаломъ.

Каждая камера посредствомъ кирпичныхъ каналовъ, устроенныхъ подъ подомъ печной камеры, сообщается съ генераторами для приѣма газа, а также съ дымовою вытяжною трубою для выпуска дыма, и посредствомъ ходовъ въ поперечныхъ стѣнкахъ сообщается съ сосѣднею камерою для пропуска газа, которымъ эта камера подогревается и накаливается, для выпуска горячаго воздуха въ очередную камеру изъ прежде обожженной камеры.

Стѣны печи—двойныя, заполненныя въ промежуткахъ золою или сухимъ кварцевымъ пескомъ. Внутреннія стѣнки какъ печи, такъ и генераторовъ строятся изъ огнеупорнаго (нормальнаго англійскаго размѣра и фасоннаго) кирпича *), внѣшнія же—изъ обыкновеннаго краснаго, частью тоже изъ фасоннаго кирпича, подобно тому, какъ всѣ газопроводные и дымовые каналы и вытяжная труба. Печь должна быть основана на цементномъ слоѣ, чтобы не допускать проникновенія сырости въ камеры. Кирпичная кладка камеры и генераторовъ производится на обыкновенной, а внутри—на огнеупорной глинѣ. Стѣны печи и генераторовъ скрѣплены въ разныхъ направленіяхъ желѣзными связями. Дымовая труба и генераторы должны быть помѣщены ближе къ самой печи,

*) Напр., Клѣпацкаго—въ Островцѣ (около 70 р. за 1.000 шт. норм. разм.).

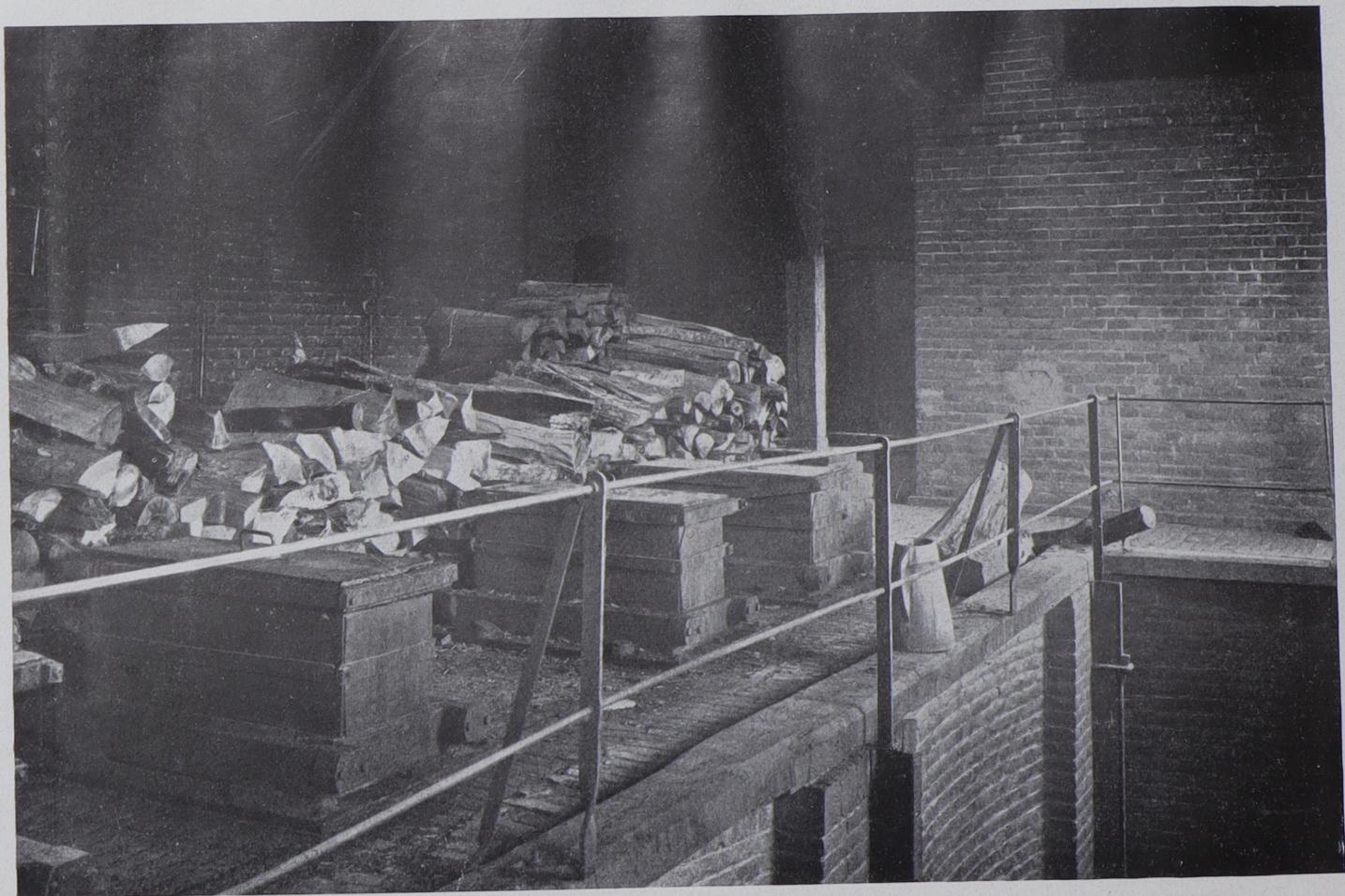


Рис. № 9. Газогенераторъ.

для увеличенія тяги и уменьшенія потери тепла въ газовыхъ каналахъ. Высота вытяжной трубы соразмѣряется съ длиною печи и съ числомъ камеръ. Такъ, напримѣръ, при длинѣ 10-камерной печи въ 11,3 саж., высота трубы составляетъ $18\frac{3}{4}$ саж., а діаметръ ея отверстія — 0,468 саж. (1 метръ); при длинѣ печи въ 18 п. с., высота трубы 23,4 саж. Наибольшій предѣлъ числа камеръ въ печахъ Мендгейма составляетъ 22, а наименьшій—10. Черт. №№ 2 и 2-а.

Какъ объяснено выше, газъ выпускается изъ генератора четырьмя узкими каналами, устроенными въ порогъ камеры, гдѣ проведенными въ 4-хъ углахъ ходами—фейербриками, огражденными огнеупорными стѣнками,—поднимается вверхъ какъ бы изъ газовыхъ рожковъ и, встрѣтивъ воздухъ, заранѣе накаленный до необходимой степени жара, мгновенно воспламеняется и горитъ яркимъ, длиннымъ пламенемъ. Далѣе, отраженный сводомъ камеры газъ направляется внизъ черезъ промежутки между отдѣльными сырцами и проходитъ черезъ оставленные въ подѣ отверстія по особымъ подземнымъ каналамъ въ фейербрики сосѣдней камеры и такимъ же порядкомъ еще черезъ двѣ камеры. Только изъ четвертой камеры отработавшій газъ, уже почти отдавшій свою теплоту сырцу, выпускается черезъ дымовой каналъ съ открытымъ вентиляемъ въ дымовую трубу.

Всѣ камеры предварительно нагружаются сырцомъ. Воздухъ, потребный для горѣнія, поступаетъ изъ 3-й по очереди камеры. Очелки работающих камеръ задѣлываются двумя стѣнками (послѣ нагрузки) для того, чтобы сквозь одиночную кладку не терялся жаръ.

Такъ какъ газъ во время горѣнія слишкомъ накаленъ и можетъ сплавить кирпичи, то послѣ извѣстнаго промежутка времени отъ 30 до 40 минутъ обжига притокъ газа прекращается, и затѣмъ попеременно впускаютъ его то въ предыдущую, то въ послѣдующую камеры, которыя этимъ выпущеннымъ газомъ готовятъ къ предстоящему обжигу, и

эта манипуляція повторяється до тѣхъ поръ, пока не окажется, что звончакъ вполне готовъ, для чего отъ времени до времени дѣлаютъ пробы на осадку.

У камеры, въ которой производится обжигъ, обыкновенно ставится аппаратъ, показывающій измѣненіе силы тяги въ печахъ.

Въ фасадахъ—стѣнкахъ камеръ имѣются два отверстія, закрытыя стеклышками, черезъ которыя надсмотрщикъ можетъ видѣть, насколько накалилъ кирпичъ.

При обжигѣ клинкеръ по высотѣ опускается, приблизительно, на $\frac{1}{3}$, что служитъ, между прочимъ, показаніемъ мѣры обжига.

Какъ указывалось выше, въ ключѣ сводовъ камеръ имѣются отверстія, закрываемыя плитами, которыя можно отодвинуть въ стороны, чтобы заглядывать въ камеру или выпускать изъ нея горячіе газы для охлажденія обжигаемаго клинкера.

Звончакъ изъ Замостской глины обыкновенно требуетъ для обжига отъ 36 до 40 часовъ времени, иногда и больше, но при перемѣнѣ генератора, какъ извѣстно, обжигъ требуетъ нѣсколько болѣе продолжительнаго времени. Для охлажденія звончака требуется четверо сутокъ, послѣ чего онъ вывозится изъ камеры. Затѣмъ, осмотрѣвъ его исправность, въ камеру пасаживаютъ слѣдующую партію сырца. Для обжига звончака, предназначеннаго для мощенія, сырецъ долженъ ставиться на ребро рѣже. Такимъ образомъ, въ дѣло пускаются 3—4 камеры; семь, восемь остальныхъ камеръ охлаждаются, выгружаются, нагружаются и вновь накаливаются для слѣдующаго обжига.

Выгрузка и нагрузка продуктовъ обжига длится двое сутокъ.

Такимъ образомъ, обжигъ продолжается 10—11 мѣсяцевъ непрерывно до окончанія заготовки годичной пропорціи назначеннаго количества матеріала, т. е. около 450 кв. саж. Остальные $1\frac{1}{2}$ —2 мѣс. необходимы для починки каналовъ и производства ремонтныхъ работъ газогенераторной печи, службъ и др. частей и приспособленій завода.

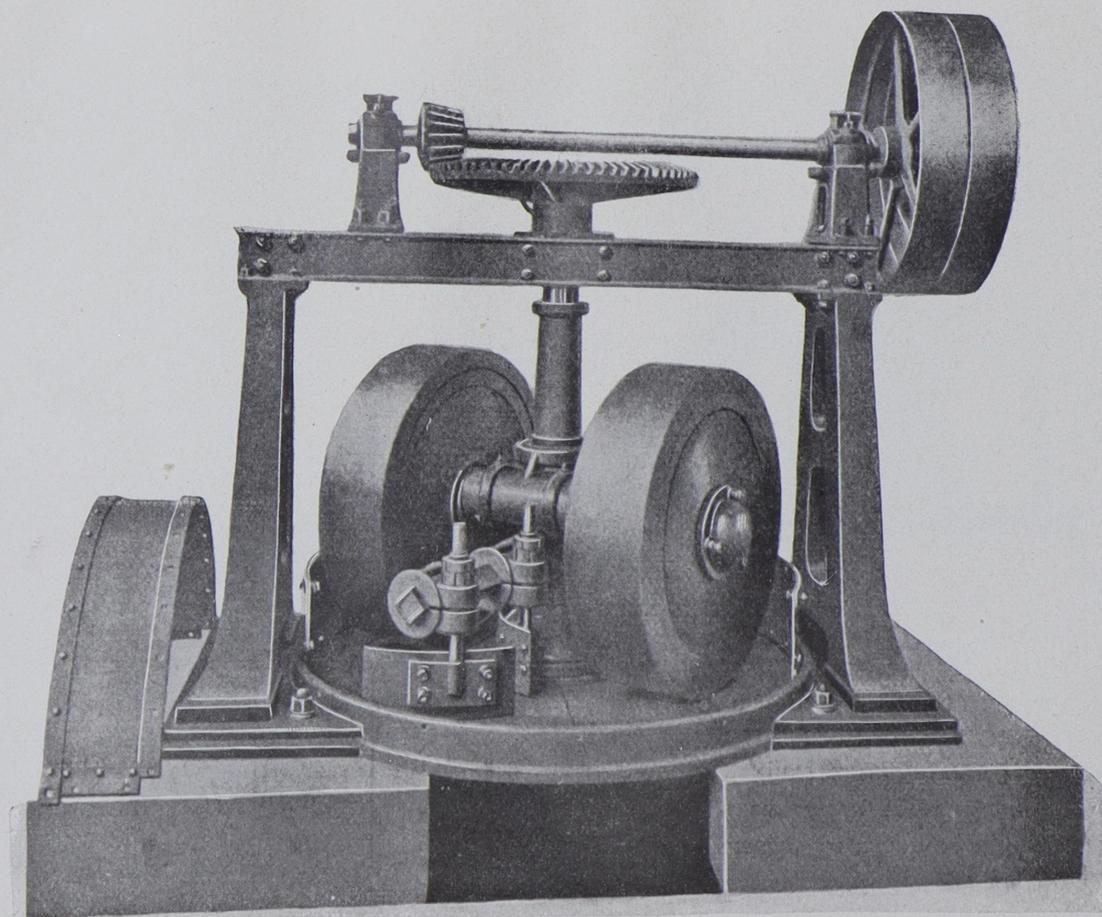


Рис. № 10.

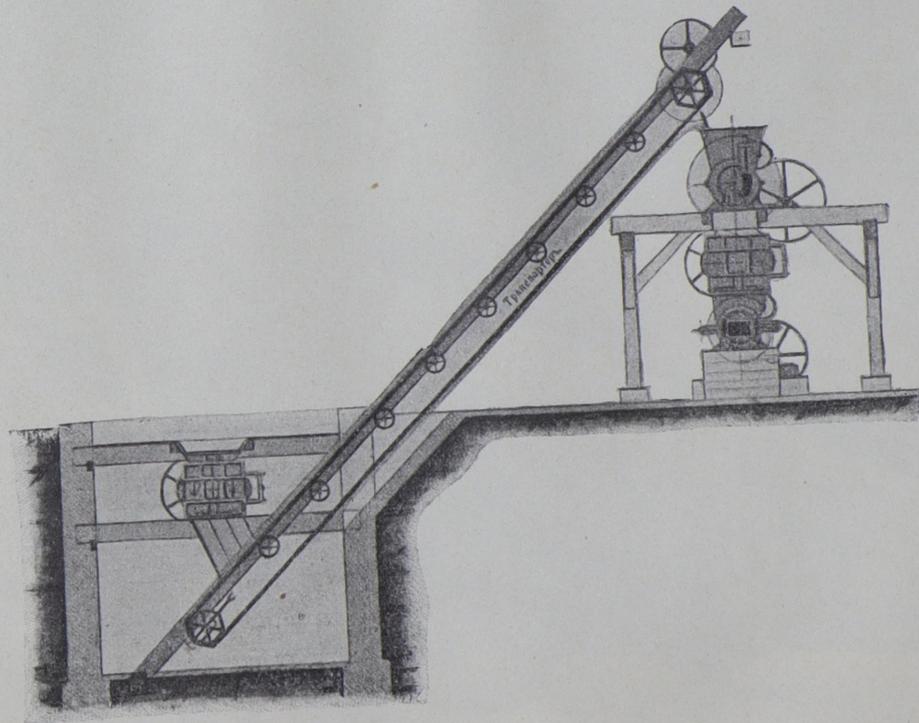


Рис. № 11.

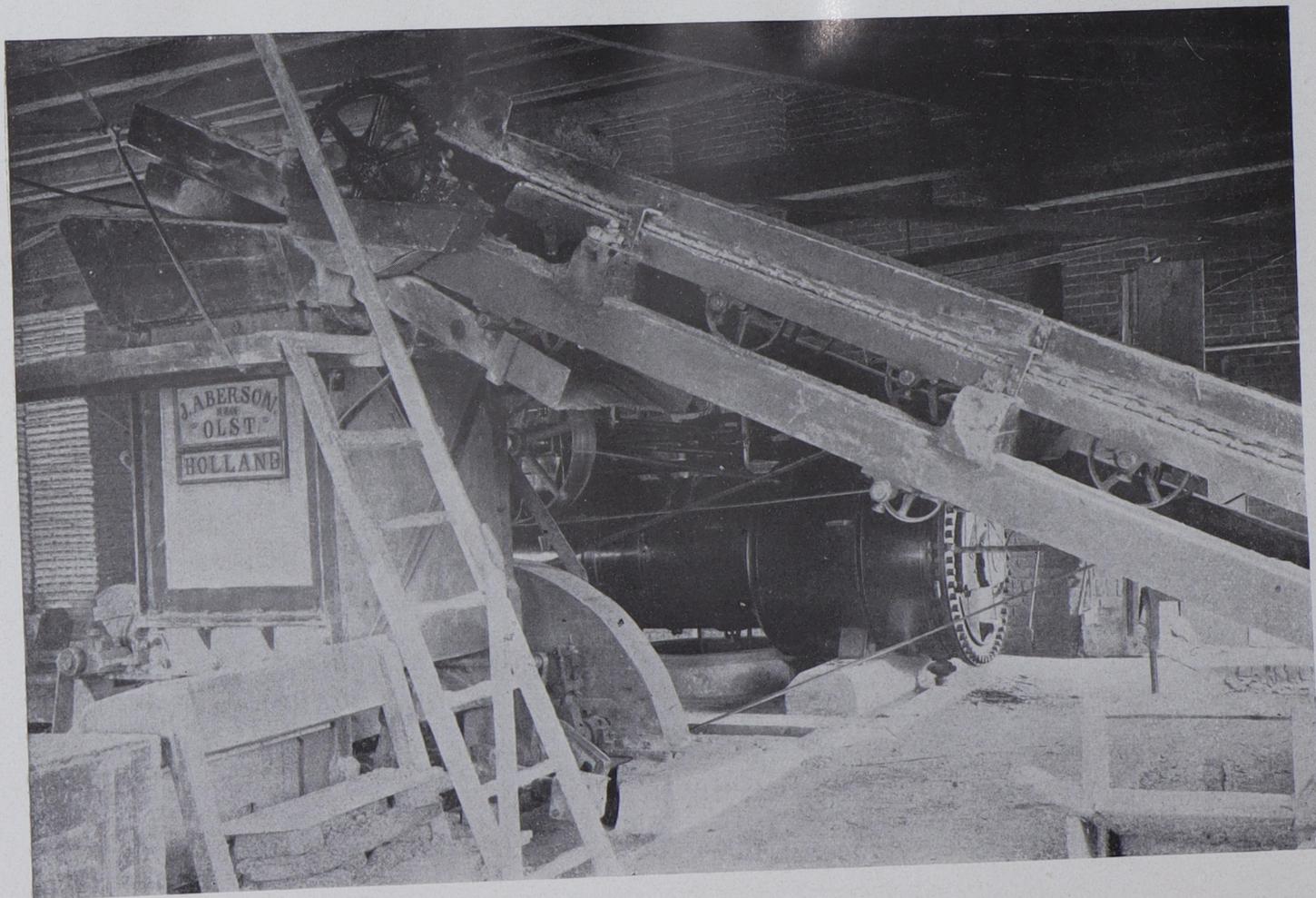


Рис. № 12.

Газообжигательная печь окружена 3-хъ этажнымъ шатромъ изъ кирпичной кладки. Въ первомъ этажѣ шатра находятся корридоры, служащіе для загрузки камеръ, а также осмотра камеръ и пр.; тутъ же находятся вентили газоваго канала. Во второмъ этажѣ находятся управляющіе газомъ вентили для сообщенія камеръ съ дымовой трубой, тутъ же вышеупомянутыя плиты. Въ третьемъ этажѣ находится сушильня для сырца. Сушильня состоитъ изъ деревянныхъ полокъ, на которыхъ расположенъ сырецъ, сушащійся газами, выходящими изъ охлаждающихся камеръ черезъ вышеуказанныя отверстія въ ключъ сводовъ. Вдоль сушилки отъ элеватора идутъ рельсы и ходятъ вагончики, развозящіе сырецъ (Рис. № 6).

Къ шатру прилегаютъ двѣ пристройки изъ кирпичной кладки. Въ одной находятся генераторы и складъ топлива для нихъ, а въ другой—манежъ.

Въ манежѣ происходитъ формовка сырца. Здѣсь находится: локомобиль, прессъ съ наклонными мостками для подвозки глины тачками (въ Замостьѣ), элеваторъ съ ножами, измельчающими глину (въ Избицѣ), горнъ и слесарныя принадлежности. Въ Бѣлополѣ, гдѣ глина требуетъ особо тщательной обработки, кромѣ перечисленныхъ машинъ имѣются еще 1 бѣгунный станокъ (Рис. № 10), элеваторъ для подачи изъ бѣгуннаго станка къ вальцамъ (Рис. № 11) и вальцевой станокъ. На этомъ заводѣ глина по прохожденіи перечисленныхъ машинъ падаетъ въ прессъ Аберсона (Рис. № 12) и въ дальнѣйшемъ обрабатывается такъ же, какъ и на прочихъ заводахъ. Кромѣ того, здѣсь же находится система рельсовъ и поворотныхъ круговъ, позволяющихъ вагончики, нагруженные свѣже-сформированнымъ сырцемъ, направлять либо въ сарай для сушки, либо къ элеватору для слѣдованія въ сушильню, устроенную надъ печью.

Прессы заводовъ поставлены новѣйшей голландской системы *Аберсона*. Такой прессъ состоитъ изъ четырехъуголь-

Механическое
производство
сырца.

наго ящика, въ которомъ движутся рѣзакъ и шнеки, выталкивающіе подсыпаемую глину въ подставляемые снизу формы. Каждая форма имѣетъ 5 гнѣздъ и, такимъ образомъ, здѣсь отсутствуетъ рѣзка глиняной ленты, какъ въ обыкновенныхъ кирпичедѣлательныхъ машинахъ (напр., Шликейзена), а получается сразу 5 штукъ сырца. Надлежаще приготовленную глину подвозятъ или механически доставляютъ къ самому прессу, затѣмъ ее смачиваютъ водой, непрерывно подаваемой насосомъ локомотива въ ящикъ прессы, до степени необходимой вязкости и вполне соответствующей густоты и забрасываютъ ручнымъ или механическимъ способомъ въ прессъ, который, при десяти-часовой работѣ, изготовляетъ отъ 10 до 12 тысячъ штукъ сырца.

Измѣренія сырца до обжига составляютъ $9\frac{1}{2}'' \times 4\frac{3}{4}'' \times 2\frac{3}{4}''$; послѣ же производства обжига на клинкеръ— $8\frac{3}{4}'' \times 4\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}''$.

Полученный сырецъ подаютъ въ сушилку, устроенную надъ печью, а въ лѣтнее время сырецъ доставляется и въ особыя лѣтнія сушильни— сараи. Примѣрно черезъ день по изготовленіи сырца на прессѣ Аберсона, во время начинающагося его просыханія, онъ на казенныхъ заводахъ подвергается дополнительному прессованію на ручныхъ прессахъ, изображенныхъ на прилагаемыхъ рисункахъ №№ 13 и 14. Такія прессы способны сообщить сырцу до 1.000 пудовъ давленія. Изображенный на рисункѣ № 14 ручной прессъ „Bedford XLCR“ снабженъ двумя формами, которыя, двигаясь въ боковомъ направленіи по ящику, попеременно подставляются подъ дѣйствіе рычага. Нажатіе ручки сопровождается двумя одновременными эффектами: прессованіемъ одного кирпича и автоматическимъ освобожденіемъ другого изъ формы. Въ виду усовершенствованнаго способа открыванія стѣнки формы отпрессованнаго кирпича, означенный кирпичъ легко вынимается безъ всевозможныхъ подчистокъ. Для кирпичей, формированныхъ на пескѣ, употребляются спеціальныя формы, каждая

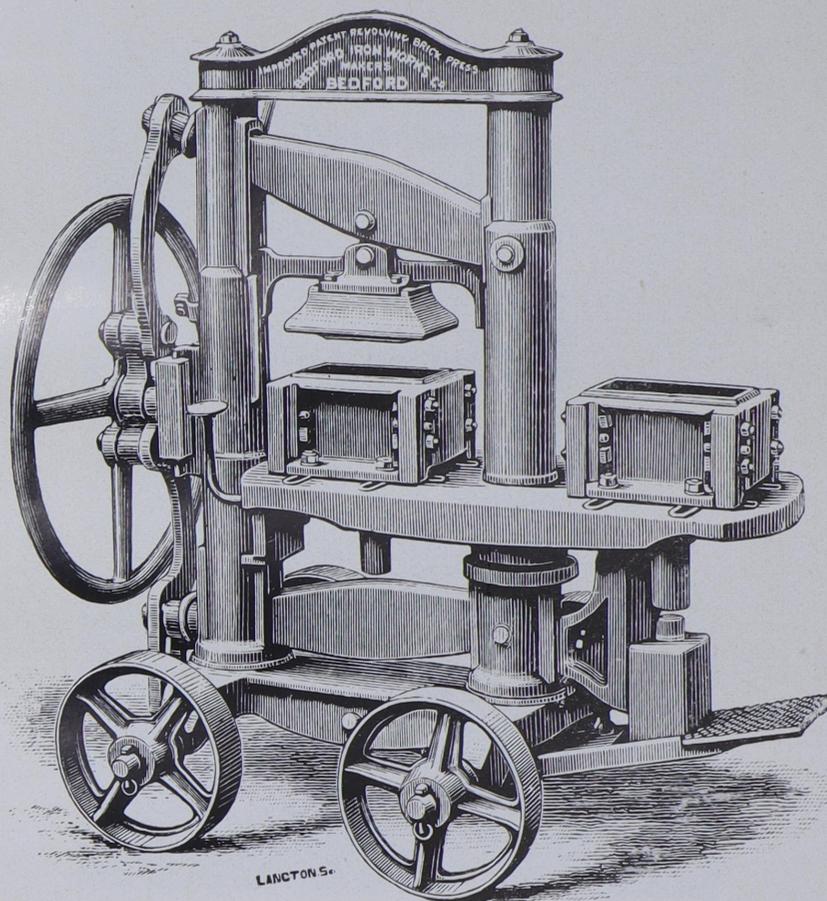


Рис. № 13.

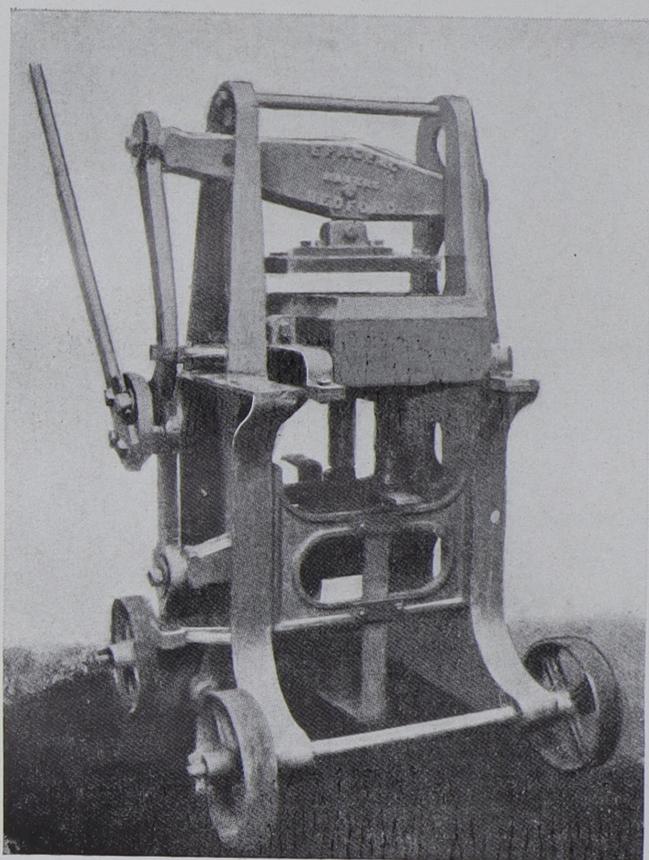


Рис. № 14.

стѣпка которыхъ легко вынимается. Прессъ достаточно быстро дѣйствующій: одинъ работникъ съ помощникомъ могутъ отпрессовать отъ 2.000 до 4.000 кирпичей въ день. Стоимость прессованія тысячи равна 1 рублю. Дополнительное прессованіе при фабрикаціи клинкера играетъ не маловажную роль, такъ какъ этимъ процессомъ придаются сырому кирпичу тѣ плотность и безукоризненная внѣшняя форма, при которыхъ онъ, погруженный въ камеру, устойчиво держится при общемъ осѣданіи обжигаемой массы и, сопротивляясь разрушительному дѣйствию огня въ печахъ, способенъ, не деформируясь, слить свои частицы въ одну звонкую плотную массу. Послѣ просушки, которая продолжается отъ 4-хъ до 5-ти сутокъ, сырецъ съ полокъ снимаютъ и укладываютъ въ клѣтки, въ ожиданіи очереди посадки въ камеру для обжига, а на мѣсто снятаго ставится новый сырецъ.

Предназначенный для обжига сырецъ подвозится къ камерѣ на тачкахъ или въ вагонеткахъ по узкоколейному рельсовому пути, или спускается лотками съ сушилки, и располагается на подѣ камеры клѣтками съ возможною аккуратностью, чтобы онъ не опрокидывался и чтобы въ промежуткахъ между сырцомъ оставлены были необходимыя для циркуляціи пламени пространства — каналы, а также вертикальные свободные колодцы, діаметромъ въ 12'', — противъ отверстій, находящихся въ сводѣ камеры, для удобнаго наблюденія за ходомъ обжига.

Въ каждой камерѣ можно помѣстить отъ 8.000 до 11.000 тысячъ шт. сырца вышеупомянутыхъ размѣровъ, въ зависимости отъ ея измѣреній и способа нагрѣвки.

Заводъ съ 12-ти камерною печью и хорошей хозяйственной постановкой дѣла въ состояніи производить около 350 куб. саж. звончака, что составляетъ до 1.400.000 шт. Сверхъ того, добывается еще красный кирпичъ, количествомъ около 100.000 штукъ, а также около 50—100 куб. саж.

Производительность
завода.

клинкерного щебня. На всю годовую кампанію расходуется около 700 куб. саж. дровъ.

Вывезенный изъ камеръ негодный для мощенія клинкеръ разбивается въ щебень камнедробилкою при паровомъ двигателѣ или вручную; однако же, для мелкаго ремонта шоссе лучшіе результаты даетъ ручная разбивка, при которой щебень получается равномернѣе, съ меньшимъ $\frac{0}{0}$ мелочи, чѣмъ при механической бойкѣ, и съ большимъ количествомъ прибоа.

Составъ служащихъ. Постоянный штатъ служащихъ составляетъ: смотритель завода, опытный мастеръ, 4 рабочихъ-обжигаль; машинистъ, кочегаръ, 2 сторожа и десятникъ.

Помимо указаннаго штата служащихъ въ помощь постояннымъ рабочимъ нанимаются также временные поденные рабочіе, число которыхъ не превышаетъ 15—25 человекъ. Общее завѣдываніе всѣми 4-мя заводами въ Варшавскомъ округѣ путей сообщенія возложено на инженера Цвѣтковскаго. Содержаніе и дѣйствіе завода, безъ технического надзора, обходится отъ 20.000 р. до 30.000 р. ежегодно.

Развозка клинкера. Каждый заводъ обслуживаетъ около 20—25 верстъ шоссе. Въ виду дороговизны перевозки камня на лошадяхъ въ настоящемъ году, какъ указывалось выше, приступлено къ организаціи механической развозки клинкера на особомъ грузовикѣ системы Бюссинга съ прицѣпной платформою, общеою подъемною силою въ 800 пудовъ. Типъ этого тяжеловоза съ прицѣпомъ изображенъ на рис. № 15.

По имѣющимся даннымъ работы этого тяжеловоза въ тек. году, его примѣненіе обѣщаетъ дать значительныя сбереженія въ перевозкѣ матеріаловъ.

Дѣйствительно, стоимость тяжеловоза 9.155 рублей; его доставка на заводъ, экипировка, обученіе шофферовъ, снабженіе запасными частями и проч. расходы нѣсколько повышаютъ упомянутую стоимость; для простоты расчетовъ можно



Рис. № 15.

принять ее въ 10.000 рублей. По даннымъ перевозокъ наблюдалось, что расходъ горючаго матеріала (бензина) равняется въ среднемъ 1,3 фунта на версту, а смазочныхъ матеріаловъ— 0,4 фунта. Продуктивность тяжеловоза равнялась перевозкѣ въ рабочій день 4 куб. саж. за разстояніе 10 верстъ.

На основаніи этихъ данныхъ легко высчитывается стоимость дневной работы машины; она складывается изъ:

расхода на горючее, что при 80 верстахъ пройденнаго въ день разстоянія и 3,35 руб. стоимости бензина составляетъ $\frac{18 \times 1,3}{40} \times 3,35$ р.	8,71 р.
расхода на смазочн. матеріалъ $\frac{80 \times 0,4}{40}$ по 6 руб.	4,80 „
содержанія шоффера при условіи работы тяжеловоза всего въ продолженіи 200 дней въ году и жалованія шоффера въ 45 р. въ мѣсяць $45 \times 12 : 200$	2,70 „
ремонта и мелкихъ расходовъ 5% отъ стоимости, а въ день $10.000 \times 0,05 : 200$	2,50 „
амортизаціи 10-ти лѣтней, а въ день $10.000 : 10 : 200$	5,00 „
<hr/>	
Всего	23,71 р.

Какъ сказано выше на страницѣ 7, перевозка тѣхъ же 4 кубовъ клинкера на разстояніе 10 верстъ лошадьми обошлась бы, при вѣсѣ 1 куб. саж. клинкера въ 800 пудовъ, въ $(5 + 9) \times 4 : \frac{2}{3} = 36$ рублей.

Помимо вѣскихъ экономическихъ соображеній, механическая тяга зарекомендовала себя, какъ независящая отъ мѣстныхъ условій въ смыслѣ рабочихъ рукъ. Такъ, въ текущемъ году ту работу, которую за недостаткомъ подводъ не смогъ выполнить подрядчикъ, съ успѣхомъ выполняетъ тяжеловозъ.

Ислѣдованіе
качествъ
клинкера.

Обращаясь къ разсмотрѣнію качествъ клинкера въ при-
мѣненіи къ дорожностроительному дѣлу, нельзя не отмѣтить того
существующаго обстоятельства, что по крѣпости этотъ мате-
риаль не уступаетъ финляндскому граниту среднихъ качествъ.
Не говоря уже о вполне хорошей и испытанной долготѣннымъ
опытомъ сопротивляемости клинкера дѣйствию мороза, резуль-
таты механическихъ испытаній его въ лабораторіи Института
инженеровъ путей сообщенія Императора Александра I при-
вели также къ весьма положительнымъ выводамъ. Такъ, на-
примѣръ, въ 1908 году были испытаны два образца, длиною
21,8 сант., шириною 10 сант., толщиною 5,9 сант. при
вѣсѣ 2,85 килогр. Удѣльный вѣсъ матеріала опредѣлился въ
среднемъ 2,08. Насыщеніе водою, послѣ высушиванія до по-
стояннаго вѣса и выдерживанія его въ водѣ въ теченіе 120 час.,
выразилась въ среднемъ приращеніи вѣса въ 1,25⁰/. Сопро-
тивленіе раздробленію въ сухомъ состояніи опредѣлилось въ
1151 килогр. на кв. сант. или 453 пуда на кв. дюймъ;
такое же въ насыщенномъ состояніи—1274 килогр. на кв.
сант. или 502 пуда на кв. дюймъ. Что касается сопротивляе-
мости клинкера истиранію, то испытанія на аппаратѣ Doggy,
при употребленіи какъ истирающаго матеріала рѣчного песка,
просѣянаго черезъ сито въ 225 отверстій на 1 кв. сант.,
при проходѣ пути въ 2.000 метровъ,—давали весьма разно-
образные результаты, объясняемые зависимостью отъ того об-
стоятельства, какая изъ граней испытаннаго кубика непосред-
ственно подвергалась истиранію. Если эта грань относилась
къ внѣшней, *болѣе твердой*, оболочкѣ, то результаты приво-
дили къ болѣе благоприятнымъ выводамъ; если же на истира-
ніе испытывалась грань внутренняго матеріала клинкера, то
коэффициентъ истираемости въ значительной степени увеличи-
вался.

Такимъ образомъ, абсолютный коэффициентъ истиранія,
выраженный высотой стертаго слоя въ метрахъ при пройден-
номъ пути въ 1.000 метр. со скоростью 1 метра въ сек. и при на-

грузкѣ въ 0,2 килогр. на 1 кв. сант. поверхности тренія, найденъ былъ отъ 0,00185 до 0,0022. По сравненію сихъ величинъ съ коэффиціентомъ и стиранія 0,00053—0,00092, полученнымъ при тѣхъ же условіяхъ опыта съ финляндскимъ гранитомъ, гнейсомъ или кварцитомъ, клинкеръ оказывается въ этомъ отношеніи значительно слабѣе.

Хотя клинкерные матеріалы и подвергались, какъ за границею, такъ и у насъ, механическому испытанію и изслѣдованію въ видѣ лабораторныхъ опытовъ, тѣмъ не менѣе слѣдуетъ высказать пожеланіе, чтобы описанный цѣнный матеріалъ во всѣхъ его разновидностяхъ непремѣнно подвергался дальнѣйшему практическому изученію. Тѣ неполныя данныя, которыми, помимо вышеприведенныхъ, нынѣ располагаетъ Техническое Бюро Управленія в. в. п. и ш. д., все же представляютъ безусловный техническій интересъ. Поэтому представляется вполне умѣстнымъ обратить на нихъ должное вниманіе и въ настоящемъ трудѣ.

Абсолютную твердость клинкернаго щебня, получаемого послѣ обжига газомъ, хорошо свидѣтельствуетъ нижеслѣдующая вѣдомость результатовъ испытаній, произведенныхъ въ 1887 году надъ образцами въ механической лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія. Изъ нея видно: 1) что образцы клинкера №№ 1 и 11, въ числѣ 8-ми, дали среднее временное сопротивленіе раздробленію слишкомъ въ 300 пудовъ на квадратный дюймъ, тогда какъ мѣстныя известковыя породы раздробляются при 145—183 пуд. на кв. дюймъ; 2) что степень насыщенія клинкера водою (свойство весьма важное для щебня) въ продолженіе 23—30 дней выразилась 0%, 0,14% и 1,4%; 3) что вѣсъ одного куб. фута клинкера равенъ отъ 3,521 пуд. до 3,666 пуд., что составитъ на 343 куб. фута или на 1 куб. саж. клинкера слишкомъ 1.200 пудовъ *). Для сравненія, въ той же

*) Куб. саж. клинкернаго щебня вѣситъ, въ зависимости отъ количества пустотъ 48%—45%, соответственно 638—691 пуд.

Механическая лабораторія Института Инженеровъ

Результаты испытаній на раздробленіе, произведенныхъ надъ образцами
Округа Путей Сообщенія, доставленными при

Время произв. опыта.	Текущей лабора- тории.	№ №	РОДЪ ОБРАЗЦА.	Размѣры попереч- наго сѣченія.			Высота образца.
				Толщ. или діам.	Шир.	Площ.	
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>u</i>	
См.	См.	См.	См.				
I. Клинкеръ, покрытый вагъ бы глазурью, полученною во время обжига.							
597	1			2,64	2,50	6,60	2,43
598	2		Образцы сухіе	2,43	2,52	6,12	2,45
599	3		Образецъ насыщенный	2,61	2,46	6,42	2,35
II. Клинкеръ, съ котораго глазурь снята.							
600	1			2,60	2,63	6,34	2,34
601	2		Образцы сухіе	2,53	2,56	6,48	2,60
602	3			2,59	2,65	6,86	2,62
603	4			2,64	2,57	6,79	2,57
604	5		Образцы насыщенные	2,56	2,61	6,88	2,62
III. Полуklinkеръ.							
605	1			2,64	2,61	6,89	2,67
606	2		Образцы сухіе	2,61	2,60	6,79	2,68
607	3		Образецъ насыщенный	2,64	2,61	6,89	2,62
IV. Красный кирпичъ.							
608	1		Образецъ сухой	2,71	2,58	6,99	2,70
609	2		Образецъ насыщенный	2,72	2,63	7,15	2,66
Всего 13							

Путей Сообщенія ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

материаловъ казеннаго клинкернаго завода въ гор. Замостьѣ Варшавскаго отношеніи отъ 3 января 1887 года № 15.

Разрушающій грузъ.	Временное сопротив- вленіе.	Среднее временное сопротив.		Грузъ первой третины въ частяхъ разрушающаго.	Вѣсъ одного куб. сант.	Насыщеніе.	Число дней насыщенія.
		Килог.	Кил. Пуд.				
		На □ см.	На □ см.				
Кил. Р	На □ см.	На □ см.	Грамм.	%	<i>u</i>		
2150	325	—	—	0,70	2.125	—	—
6250	1021	—	—	0,92	2.267	—	—
3650	568	—	—	0,75	1.967	—	—
средн.							
4400	694	—	—	0,34	2.054	—	—
4700	725	—	—	0,34	2.000	—	—
6900	1006	—	—	0,78	2.056	—	—
4750	60	—	—	0,88	2.059	0,14	23
5150	771	—	—	0,96	2.000	1,4	23
средн.							
—	472	—	—	0,44	2.065	—	—
5150	758	—	—	0,73	2.018	—	—
6850	994	—	—	0,44	2.000	5,6	30
средн.							
680	97	—	—	1,00	1.547	—	—
590	82	—	—	0,94	1.577	23,3	30
средн.							

Вѣсъ одного куб. фута для:
I II III IV
3,666 3,521 3,508 2,702 пуд.

вѣдомости видимъ, что обыкновенный красный кирпичъ раздробляется при $35\frac{1}{2}$ пуд. на кв. дюймъ, что 1 куб. футъ его вѣситъ 2,7 пуда и что воды онъ впитываетъ 23,3%. Эти результаты ясно опредѣляютъ доброту клинкернаго матеріала, который, такимъ образомъ, уподобляется граниту.

Управленіе Ганноверской провинціи представило въ Королевскую палату для изслѣдованія строительныхъ матеріаловъ въ Берлинѣ для испытанія 20 штукъ мостильныхъ кирпичей удѣльнаго вѣса, 2,18—2,21, размѣровъ $22 \times 10,5 \times 5,2$ сант., происходящихъ, согласно оффиціальнымъ документамъ, съ завода Lauw'a изъ Бокгорна въ Великомъ Герцогствѣ Ольденбургскомъ. Кирпичи эти были подвергнуты испытанію съ цѣлью изслѣдовать силу ихъ внутренняго сдѣпленія, сопротивляемость атмосфернымъ вліяніямъ, упругость въ сухомъ и насыщенномъ состояніи и прочность.

Средніе результаты для сухихъ образцовъ:

появленіе трещинъ при $\frac{7552,2}{10} = 755$ кил. на кв. сант.

разрушеніе при $\frac{8817,6}{10} = 882$ кил. на кв. сант.

Средніе результаты для насыщенныхъ образцовъ:

появленіе трещинъ при $\frac{7703,5}{10} = 770$ кил. на кв. сант.

разрушеніе при $\frac{8950,9}{10} = 895$ кил. на кв. сант.

Средній вѣсъ сухого кирпича (№ 1—10) C_1

$$\frac{24,162}{10} = 2,416 \text{ к.}$$

Средній вѣсъ сухого кирпича (№ 1—10) C_2

$$\frac{24,917}{10} = 2,492 \text{ к.}$$

$$\begin{aligned} \text{содержаніе воды } \frac{C_2 - C_1}{C_1} 100 &= \frac{24,917 - 24,162}{24,162} \cdot 100 \\ &= 3,10\%. \end{aligned}$$

Результаты опытовъ.

№№ кирпичей.	Высушенные.		№№ кирпичей.	Насыщенные водою.	
	Появление трещинъ	Разрушеніе		Появление трещинъ	Разрушеніе
	при давленіи килогр. на □ сант.			при давленіи килогр. на □ сант.	
1	874,5	1002,6	11	791,0	919,1
2	791,0	919,1	12	824,4	985,9
3	662,3	785,4	13	729,7	846,6
4	729,7	863,4	14	846,6	958,0
5	785,4	913,5	15	785,4	902,3
6	835,5	969,2	16	857,8	985,9
7	740,8	857,8	17	713,0	818,8
8	846,6	991,5	18	651,7	774,2
9	640,6	746,4	19	718,5	852,2
10	646,1	768,7	20	785,4	907,9

Крѣпость по шкалѣ Mohs'a = 6—7, т.-е. представленные образцы полевой шпатель беретъ слабо, кварцъ—сильно.

Опыты надъ равномерностью сдѣвленія, сопротивляемостью атмосфернымъ вліяніямъ и пр.

а) Для изслѣдованія силы сдѣвленія были отбиты отъ 3-хъ различныхъ образцовъ шесть малыхъ кусковъ и разсматриваемы черезъ сильную лупу. Въ изломѣ оказались плотными и ровными, безъ трещинъ, пронизаны маленькими отверстіями и кусками кварца шоколаднаго цвѣта.

б) Для изслѣдованія сопротивляемости атмосфернымъ вліяніямъ (и морозу) эти же шесть кусковъ:

1) были погружены въ ванну и нагрѣваемы мало-по-

малу до температуры кипѣнія воды, нѣкоторое время подержаны въ этой температурѣ и сразу охлаждены погруженіемъ въ холодную воду;

2) одинъ часъ варились въ 15⁰/₀ растворѣ поваренной соли, въ какое время часто были сразу охлаждаемы; вода при этомъ легко помутнѣла;

3) 1/2 часа варились въ 5⁰/₀ щелочномъ растворѣ натрія;

4) 1/2 час. варились въ томъ же растворѣ съ прибавкою 1⁰/₀ сѣрнистаго аммонія;

5) 1/2 часа варились въ растворѣ, содержащемъ 2⁰/₀ желѣзнаго купороса, 2⁰/₀ мѣднаго купороса и 10⁰/₀ поваренной соли.

Послѣ этихъ опытовъ образцы остались неизмѣнными безъ потери вѣса и измѣненія свойствъ.

6) Далѣе эти же шесть образцовъ лежали 75 часовъ погруженными въ 15⁰/₀ соляную кислоту, а затѣмъ 50 часовъ—въ 20⁰/₀; при этомъ они не потеряли ничего въ вѣсѣ; слѣдовъ дѣйствія кислоты не было также замѣчено.

7) При дальнѣйшемъ дѣйствіи чистой соляной кислоты появилась бѣлая жидкость, послѣ испытанія которой солями барія не оказалось присутствія сѣрно-кислыхъ солей (источникъ вывѣтриванія).

Итакъ, изслѣдованіе этого матеріала позволяетъ назвать его абсолютно прочнымъ.

Устройство
клинкерной
мостовой.

Какъ указывалось выше, наиболѣе цѣлесообразнымъ въ техническомъ и экономическомъ отношеніяхъ примѣненіемъ звончака является устройство изъ него мостовой.

Долголѣтній опытъ примѣненія клинкернаго щебня показалъ, что даже хорошо угатанныя сплошныя розсыпи держались на Замостскомъ шоссе лишь 3—4 года, т.-е. продолжительность ихъ службы въ сравненіи съ розсыпями, при тѣхъ же условіяхъ, но изъ гранитнаго щебня надо считать

двумя годами меньше. Между тѣмъ, стоимость 1 куб. саж. перваго съ доставкой на мѣсто работъ составляетъ около 87—90 рублей, т.-е. приблизительно на 15—20% меньше стоимости послѣдняго. Принимая въ соображеніе болѣе сокращенный срокъ службы клинкерной розсыпи (прибл. на 15—20%) въ сравненіи съ гранитною щебеночною корою, — нельзя не притти къ заключенію, что такой техническій приемъ употребленія въ дѣло столь цѣннаго искусственнаго камня едва ли представляется цѣлесообразнымъ. Въ виду сего, еще въ 1885 году на указанномъ шоссе производились опыты мощенія звончакомъ, которые вполне подтвердили практику Западно-Европейскихъ государствъ и привели къ весьма удовлетворительнымъ результатамъ. Долголѣтній опытъ показалъ, что цѣльный клинкеръ въ мостовой отличается чрезвычайно прочностью и до того мало подвергается истиранію, что можетъ служить безъ капитальнаго ремонта десятки лѣтъ. Звончачковая мостовая прочнѣе, весьма удобна и пріятна для ѣзды, долговѣчнѣе и поэтому дешевле шоссированія.

Новѣйшія сообщенія профессора Бакера о наблюденіяхъ сопротивленія движенію повозокъ въ Америкѣ выяснили, что среднія величины коэффициентовъ, полученныя динамографомъ Балдвина, опредѣлились для клинкерной мостовой въ 0,0085. Между тѣмъ, коэффициенты сопротивленія движенію для другихъ способовъ мощенія оказались значительно больше, а именно:

для гранитной мостовой	0,016
„ торцовой „	0,018
„ асфальтовой „	0,0185

Клинкерныя мостовыя являются неудобными при большихъ подъемахъ, выпукломъ профилѣ дороги и въ крутыхъ ея поворотахъ. Поэтому, предѣльными уклонами слѣдуетъ считать $\frac{1}{30}$, т. е. около 0,035, такъ какъ сравнительно гладкая поверхность этой мостовой съ большимъ уклономъ представляетъ

значительныя неудобства, затрудненія и даже опасность въ гололедицу для проѣзда, а также нѣтъ возможности удержать на ней необходимаго для ея прикрытія слоя песка, который очень легко сносится вѣтромъ и смывается водою. Если же въ силу мѣстныхъ топографическихъ условій подъемы, переходящіе за указанный предѣлъ, неизбежны, — то слѣдуетъ прибѣгать къ шоссированію, а не мощенію. При крутыхъ поворотахъ полотна встрѣчается другое неудобство мощенія, заключающееся въ томъ, что вслѣдствіе крайней затруднительности пригонять плотно между собою клинкеръ по кривой линіи малаго радіуса, мостовая въ такихъ мѣстахъ, при обыкновенномъ ея устройствѣ, т. е. не на бетонномъ основаніи и безъ заливки швовъ цементомъ или асфальтомъ, очень непрочна. Поэтому, на всемъ томъ пространствѣ, гдѣ проходитъ кривая линія закругленія поворота, лучше примѣнять шоссированіе.

Однимъ изъ главнѣйшихъ условій правильнаго устройства клинкерныхъ дорогъ является недопущеніе въ земляномъ полотнѣ сохраненія и скопленія влаги отъ подпочвенныхъ водъ. Отводъ ея искусственными мѣрами долженъ составлять существенную задачу строителя, такъ какъ безъ этой мѣры никакая тщательная работа не можетъ гарантировать прочности и долговѣчности мостовой, вслѣдствіе неустойчивости самаго полотна. Поэтому, въ такихъ случаяхъ всегда будутъ наблюдаться неравномѣрная осадка и пучины, а слѣдовательно и разстройство проѣзжей части.

При устройствѣ мощенія, звончакъ укладывается подъ лекало на протяженіи 10 саж. на толстомъ слоѣ песка въ 10''—12'' толщины, покоящемся на хорошо спланированной сухой поверхности полотна; затѣмъ, мостовая поливается водою, выдающіеся штучные камни осаживаются до поверхности помощью тяжелой деревянной трамбовки или легкаго катка; глубоко же засѣвшіе камни поднимаютъ помощью особаго ключа и устанавливаютъ въ надлежащемъ положеніи; наконецъ, на-

сыпаютъ сухой песокъ въ спайки (швы) и поливаютъ водой; при этомъ разметають песокъ тупой метлой, пока спайки совсѣмъ не наполнятся. Когда всѣ спайки плотно заполнены пескомъ, тогда одежда покрывается слоемъ песку, толщиной въ $\frac{1}{2}$ ". Еще цѣлесообразнѣе закупоривать верхнюю часть швовъ горячимъ смолистымъ асфальтомъ. При такихъ условіяхъ, звончакъ мостовая является однимъ изъ самыхъ совершенныхъ способовъ устройства проезжей части дорогъ, ибо она непроницаема для воды, ровна, но не скользка, не боится морозовъ и грязи и даже большого грузового движенія, не даетъ пыли, а, слѣдовательно, она гигиенична, и, наконецъ, клинкерная мостовая сравнительно очень прочна и не требуетъ большихъ ремонтныхъ затратъ въ теченіе первыхъ лѣтъ.

Устройство клинкерной мостовой на *Замостскомъ* шоссе, съ полной перестройкой всего шоссеинаго полотна, при существующихъ условіяхъ, — всего только въ $1\frac{2}{3}$ раза дороже, чѣмъ сплошная розсыпь, сдѣланная изъ гранитнаго щебня, въ количествѣ 60 куб. саж.

Такимъ образомъ, на пог. версту щебня потребно 60 куб. саж. по 100 руб.	6.000 р.
Работа съ доставкою, разсыпкою и укаткою щебня—составляетъ 60 × 10	600 „
Итого	6.600 р.

Для устройства версты одиночной мостовой потребно:

285.000 шт. клинкера при ширинѣ про- ѣзжей части въ 2 саж., по цѣнѣ 18 руб.*) .	5.130 р.
Перевозка 285.000 шт. клинкера за сред- нее разстояніе 10 верстъ по 3 р. за 1.000 шт.	855 „
Работа мощенія 1 вер. или 1.100 кв. саж.	

*) Съ принятіемъ во вниманіе $3\frac{1}{2}\%$ амортизаціи на затраченный капиталъ въ 110.000 руб. на устройство завода.

вмѣстѣ съ планировкою полотна и подсыпкою песка слоемъ въ 10'' подъ мостовую, считая 3 рубля за кв. сажень	3.000 р.
Итого	8.985 р.

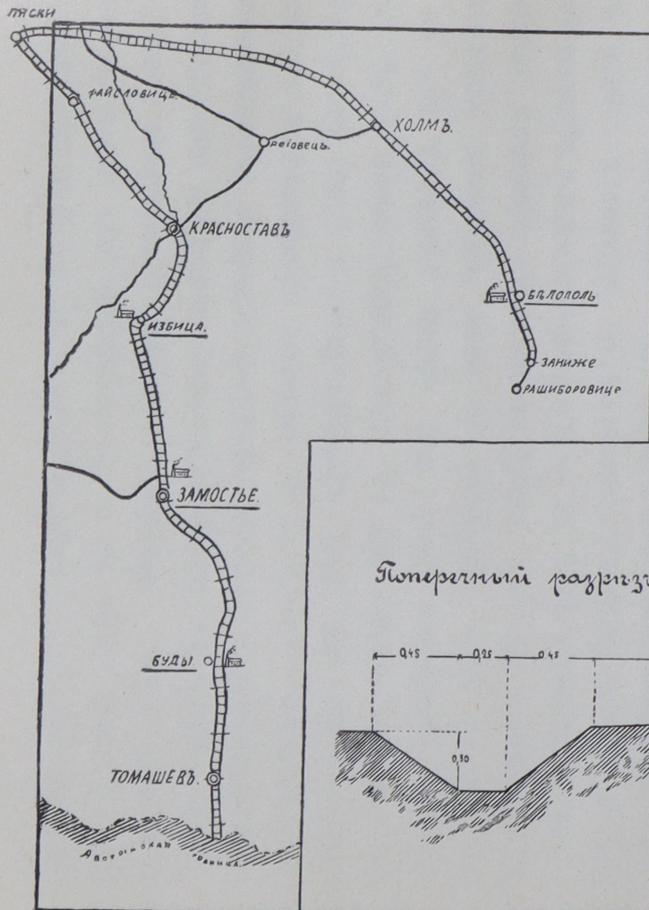
Въ дѣйствительности, если обратиться къ ремонтному содержанию обоимъ видамъ каменной одежды, то выясняется слѣдующая картина.

Сплошную розсыпь изъ гранитнаго щебня необходимо ежегодно ремонтировать, причѣмъ она потребуесть:

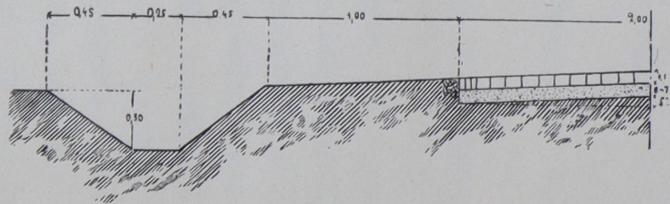
въ 1-й годъ послѣ устройства розсыпки	$\frac{1}{2}$	к. с.	щебня
„ 2-й „ „ „ „	$1\frac{1}{2}$	„ „	„
„ 3-й „ „ „ „	3	„ „	„
„ 4-й „ „ „ „	7	„ „	„
„ 5-й „ „ „ „	15	„ „	„

Итого за 5 лѣтъ—27 куб. саж. щебня.

Что же касается клинкерной мостовой, то она въ тѣхъ же условіяхъ проѣзда требуетъ самаго незначительнаго ремонта, именно, въ теченіе тѣхъ же 5 лѣтъ верста пополняется 10.000—20.000 штукаами клинкера, при чемъ ремонтъ возлагается на дорожныхъ сторожей безъ всякихъ поденныхъ рабочихъ, которымъ прежде приходилось засыпать выбоины щебнемъ, а теперь замѣнять клинкеръ новымъ или же его частью перекаладывать въ ребро. Въ послѣдующія 5 лѣтъ сплошную розсыпь необходимо замѣнить новой, продѣлавъ съ ней всѣ изложенные выше ремонты, клинкерная же мостовая продолжаетъ служить, требуя ремонта 10.000 штукъ въ среднемъ въ годъ. Такимъ образомъ, десятилѣтняя стоимость гранитнаго шоссе равняется $(6.600 + 27 \times 100) \times 2 = 18.600$ рублей, тогда какъ такая же стоимость клинкерной мостовой равна: $8.985 + 20 \times 18 + 10 \times 18 \times 5 = 10.245$ руб., что исчисляется годовыми нормами въ отношеніи одной ку-

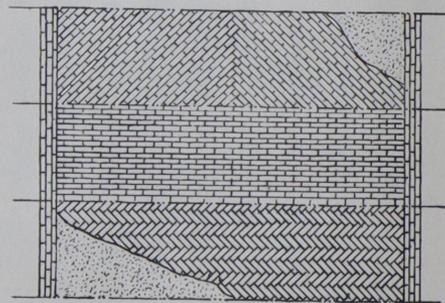


Поперечный разрезъ клинковой мостовой



Планъ

клинковой мостовой съ показаніемъ способовъ монтажа



бической сажени для щебеночнаго покрытія 1 руб. 86 коп. и для клинкерной мостовой 1 руб. 02 коп.

Получаемая экономія увеличивается еще тѣмъ обстоятельствомъ, что при послѣдующемъ замощеніи версты обычно уже не требуется затраты 285 тысячъ клинкера, а лишь около 200 тысячъ, такъ какъ около одной трети клинкера еще годны для перемощенія. Кромѣ того, нижній покровъ песка точно такъ же продолжаетъ служить. Такимъ образомъ, послѣдующія затраты на перемощеніе всегда значительно меньше первоначальныхъ на замощеніе. Такіе результаты получены при условіи принятія въ расчетъ стоимости 1 в. саж. гранитнаго щебня въ 100 р. Фактически эти цѣны нынѣ уже выше, составляя не менѣе 115 руб. Въ такомъ случаѣ и финансовыя итоги еще въ большей степени говорятъ въ пользу примѣненія клинкерной мостовой.

Наиболѣе распространенными типами звончачовыхъ мостовыхъ являются:

1) одиночныя мостовыя на песчаномъ слоѣ и 2) двойная клинкерная мостовая.

Въ обоихъ случаяхъ мостовая окаймляется съ краевъ продольными упорными бордюрами, состоящими изъ двухъ или трехъ рядовъ клинкера, поставленнаго въ перевязку на ребро. Самый способъ мощенія практикуется въ 4-хъ разновидностяхъ, а именно: клинкеръ ставится на ребро, либо а) нормально къ направленію движенія, либо б) наклонно, подъ угломъ въ 45° къ оси проѣзжей части; при этомъ послѣдній способъ можетъ быть подраздѣляемъ еще на два приѣма мощенія: въ разбѣжку (въ елку) и зигзагообразно, какъ это ясно усматривается изъ прилагаемаго чертежа № 3. Опытъ показываетъ, что производство мощенія клинкера рядами перпендикулярно къ направленію движенія является наиболѣе цѣлесообразнымъ, такъ какъ разрушеніе кромокъ звончака — этой наиболѣе твердой оболочки его — совершается не въ столь значительной мѣрѣ, какъ при наклонномъ способѣ мощенія, представляющемъ

еще и нѣкоторое большее сопротивленіе движенія, вслѣдствіе наблюдаемаго скольженія и зацѣпленія ободьевъ колесъ и копытъ лошадей.

Двойная клинкерная мостовая отличается отъ одиночной лишь устройствомъ самого основанія. Послѣднее состоитъ изъ уложеннаго *плашмя* на песчаномъ слоѣ, толщиной отъ 6" до 7", звончаковаго мощенія, которое покрывается такимъ же песчанымъ слоємъ, служащимъ, въ свою очередь, упругимъ основаніемъ для верхней проѣзжей части мостовой, поставленной на ребро, однимъ изъ способовъ, описанныхъ выше.

Въ томъ и другомъ случаяхъ мощенія проѣзжая часть непременно должна покрываться песчанымъ слоємъ въ $1\frac{1}{2}$ " толщины, въ видахъ предупрежденія поврежденія ребристыхъ частей звончака. Ремонтное поддержаніе верхняго песчаного покрывала является необходимымъ условіемъ. Въ городахъ и на пригородныхъ участкахъ дорогъ представляется цѣлесообразнымъ верхнія части швовъ на глубину 1"— $1\frac{1}{2}$ " заливать цементнымъ растворомъ 1:3 или еще лучше горячею асфальтовою смолою. Въ такомъ видѣ устроена въ 1910 г. клинкерная мостовая въ г. Люблинѣ (рис. 16). Производство закупорованія путемъ поливки водою и заметанія песка или асфальтовой смолою швовъ (спаекъ) указаннымъ порядкомъ показано на рис. № 17.

Заканчивая описаніе устройства клинкерныхъ мостовыхъ, нельзя не отмѣтить, что этотъ вопросъ, довольно сложный и вызывавшій среди строителей разнорѣчивыя мнѣнія, за послѣднее время на основаніи результатовъ многочисленныхъ опытовъ былъ сильно двинутъ впередъ американскими инженерами. Послѣ долгихъ пробъ и многочисленныхъ произведенныхъ въ муниципалитетахъ анкетъ, вопросъ вылился въ опредѣленную форму, которая была закрѣплена впервые муниципалитетомъ города Чикаго, а впоследствии принята и большинствомъ американскихъ городовъ. Сущность мощевія клинкеромъ сводилась къ слѣдующему:



Рис. № 16.



Рис. № 17.

Устройству надежнаго основанія, на песчаной подсыпкѣ, или во всякомъ случаѣ на почвѣ хорошо дренированной, которое должно соответствовать тяжести проходящихъ грузовъ и для пригородовъ и городовъ опредѣляется слоемъ бетона въ 5'' толщиной.

Тщательному планированію основанія подъ лекало, соответственно внѣшней поверхности мостовой.

Подсыпкѣ подъ клинкерную мостовую (на основаніе) песка толщиной въ 2'' (два дюйма) въ прессованномъ состояніи.

Положенію клинкера на ребро рядами, перпендикулярными къ оси дороги, съ выборомъ клинкера, обладающаго опредѣленнымъ сопротивленіемъ, и съ устройствомъ надежныхъ опорныхъ рядовъ.

Заполненію между швами цементнымъ жирнымъ растворомъ.

И, наконецъ, укаткѣ мостовой 3-хъ тоннымъ (180 пудовъ) паровымъ каткомъ.

Этотъ планъ выполненія замощеній основанъ на соображеніяхъ, подсказанныхъ широкой практикой и въ общемъ сходящихся къ слѣдующимъ положеніямъ.

Тяжесть экипажа передается черезъ клинкеръ основанію, чѣмъ опредѣляется зависимость между этими величинами.

Песокъ, превышающій 2'', не можетъ быть спрессованъ и въ скоромъ времени придаетъ мостовой неровности въ видѣ зыби. Песокъ, положенный менѣе 2'', не обладаетъ достаточной упругостью, и кирпичи разбиваются подъ дѣйствіемъ тяжести.

Однородный клинкеръ равномернѣе снашивается, а опорные ряды не позволяютъ мостовой разъязжаться въ стороны.

Цементное заполненіе произведенными анкетами признано лучшимъ, такъ какъ даетъ надежную опору копыту лошадей; на немъ лошади не скользятъ такъ, какъ на асфальтовомъ заполненіи. Песчаное заполненіе не считается рациональнымъ, какъ дающее пыль и мало связующее.

Укатка паровымъ легкаго типа каткомъ даетъ болѣе ровную поверхность, чѣмъ трамбованіе.

Въ Россіи по этому типу замощеній еще не производилось, но въ принципѣ противъ него возражать трудно. Надо полагать, что описанный способъ устройства мостовыхъ можетъ дать успѣшные результаты, какъ впрочемъ о семъ уже свидѣтельствуесть современная по этому вопросу техническая литература Америки.

Условія при-
мѣненія
клинкера
на желѣзныхъ
дорогахъ.

Какъ упоминалось выше, отъ клинкера, какъ отъ дорожностроительнаго матеріала, ожидаются качества, вообще говоря, присущія естественному мостовому матеріалу. Другими словами, клинкеръ долженъ хорошо сопротивляться истиранію, долженъ быть упругимъ (не хрупкимъ), насколько возможно непроницаемымъ, строенія плотнаго и однообразнаго; форма его должна быть правильной, удобной для мощенія и отвѣчающей роду движенія.

Эти требованія уже намѣчаютъ тѣ особенности производства, которыя должны быть соблюдены при заготовленіи глины, т.-е. добычаніи ея, смѣшеніи, вымачиваніи и вывѣтриваніи съ цѣлью усилить процессъ ферментаціи и связаннаго коллоидированія частицъ сырой массы. Эти процессы должны быть вполнѣ закончены до поступленія глины въ машины (требованіе отсутствія трещинъ и деформациі, плотности). Не меньшая заботливость должна быть обращена на размоль матеріала (особенно при разнородныхъ глинахъ съ крупными включеніями), его формовку и послѣдующее вторичное прессованіе. Наконецъ, обжигъ такого клинкера при температурахъ спеканія глины и при условіи сохраненія формы фабриката требуетъ особаго устройства печей, не допускающаго высокой нагрузки (16—17 рядовъ), и съ системой сильнаго огня сверху внизъ, что еще лучше достигается въ газо-генераторныхъ печахъ системы Мендгейма. Эти печи употребляются для болѣе дорогихъ, чѣмъ строительный кирпичъ, фабрикатовъ, и давая большія преимущества въ качествѣ обжига, расходуютъ вслѣдствіе длины и многочисленности каналовъ, которые непро-

изводительно поглощаютъ тепло, *гораздо больше топлива*, чѣмъ обыкновенная постоянная печь любого устройства, напимѣръ, кирпичеобжигательная—Гофмана.

Такимъ образомъ, вышеприведенныя высокія требованія, конечно, *повышаютъ* стоимость изготовленія звончака.

Надо полагать, что послѣдняя, колеблясь въ соотвѣтствіи съ качествами сырыхъ матеріаловъ, стоимостью рабочихъ рукъ и топлива, можетъ измѣняться въ нѣкоторыхъ предѣлахъ, между 15—20 руб. за 1000 шт., но дальнѣйшее пониженіе этого предѣла стоимости изготовленія звончака, при современныхъ условіяхъ обработки, едва ли достижимо безъ явнаго ущерба основнымъ хорошимъ качествамъ клинкера.

Обращаясь затѣмъ къ вопросу о желательности примѣненія этого матеріала въ качествѣ искусственнаго щебня для желѣзнодорожнаго балласта, нельзя не обратить вниманія на то обстоятельство, что въ тѣхъ случаяхъ, когда естественный камень требуемыхъ качествъ очень дорогъ въ цѣнѣ или же его совершенно нельзя достать, приходится желѣзнымъ дорогамъ поневолѣ довольствоваться камнемъ плохого качества, какимъ, напимѣръ, является вывѣтривающійся выщелачивающійся известнякъ.

Быть можетъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ или особыхъ условіяхъ искусственный клинкерный щебень съ успѣхомъ могъ бы замѣнять естественный камень. Къ сожалѣнію, опытовъ примѣненія искусственнаго щебеночнаго балласта у насъ до сихъ поръ еще не производилось вслѣдствіе его сравнительной дороговизны и отчасти даже незнакомства желѣзнодорожныхъ инженеровъ съ описаннымъ въ настоящемъ трудѣ клинкернымъ производствомъ. Между тѣмъ, вопросъ о необходимости улучшенія нашего почти всюду плохого мелко-песчаного желѣзнодорожнаго балласта, въ связи съ устраненіемъ массоваго появленія верховыхъ пучинъ, несомнѣнно является однимъ изъ наиболѣе насущныхъ и важныхъ, въ особенности въ настоящее время, когда, наряду съ введеніемъ тяжелаго под-

вижного состава, въ значительной степени увеличивается также скорость движенія поѣздовъ. Не говоря уже о назрѣвшей потребности въ почти повсемѣстномъ прикрытіи нижняго балласта верхнимъ щебеночнымъ слоемъ, въ цѣляхъ предотвращенія его выдуванія и выноса вѣтромъ, сильною тягою во время движенія поѣздовъ, а также дождевою водою, въ не столь отдаленномъ будущемъ, вѣроятно, придется уже обратиться къ примѣненію гравелистаго или щебеночнаго балласта, по примѣру нашихъ западныхъ сосѣдей.

Эту мѣру, въ связи съ необходимостью усиленія прочности и устойчивости желѣзнодорожнаго пути вообще, въ первую очередь придется осуществлять на главнѣйшихъ казенныхъ магистральныхъ.

Верхній балластный слой для желѣзнодорожнаго полотна долженъ обладать извѣстной тяжестью отдѣльныхъ его составныхъ частицъ, при приблизительномъ ихъ размѣрѣ отъ $1\frac{1}{2}''$ до $2\frac{1}{2}''$, и хорошо сопротивляться атмосферическимъ вліяніямъ, т. е. вывѣтриванію и распаденію подъ вліяніемъ влаги и температуры.

Очевидно, что производство такого фабриката несравненно проще звончака, а значить и *дешевле*. Въ самомъ дѣлѣ, всѣ заботы о тщательности приготовленія глины отпадаютъ. Ее формовать можно вручную, если это по мѣстнымъ условіямъ дешево, а еще проще на простыхъ ленточныхъ кирпичедѣлательныхъ машинахъ, напримѣръ, системы Шликейзена, обладающихъ сравнительно самой большой производительностью.

Для производства мостового клинкера упомянутыя машины мало примѣнимы, вслѣдствіе извѣстнаго явленія ламинаціи кирпича.

Между прочимъ, указанныя машины могутъ быть снабжены особыми роликками, расположенными передъ выходнымъ для глины отверстіемъ (мундштукомъ) и приводящимися въ соотвѣтствующее работѣ машины движеніе подобно тому, какъ это изображено на рис. № 18.

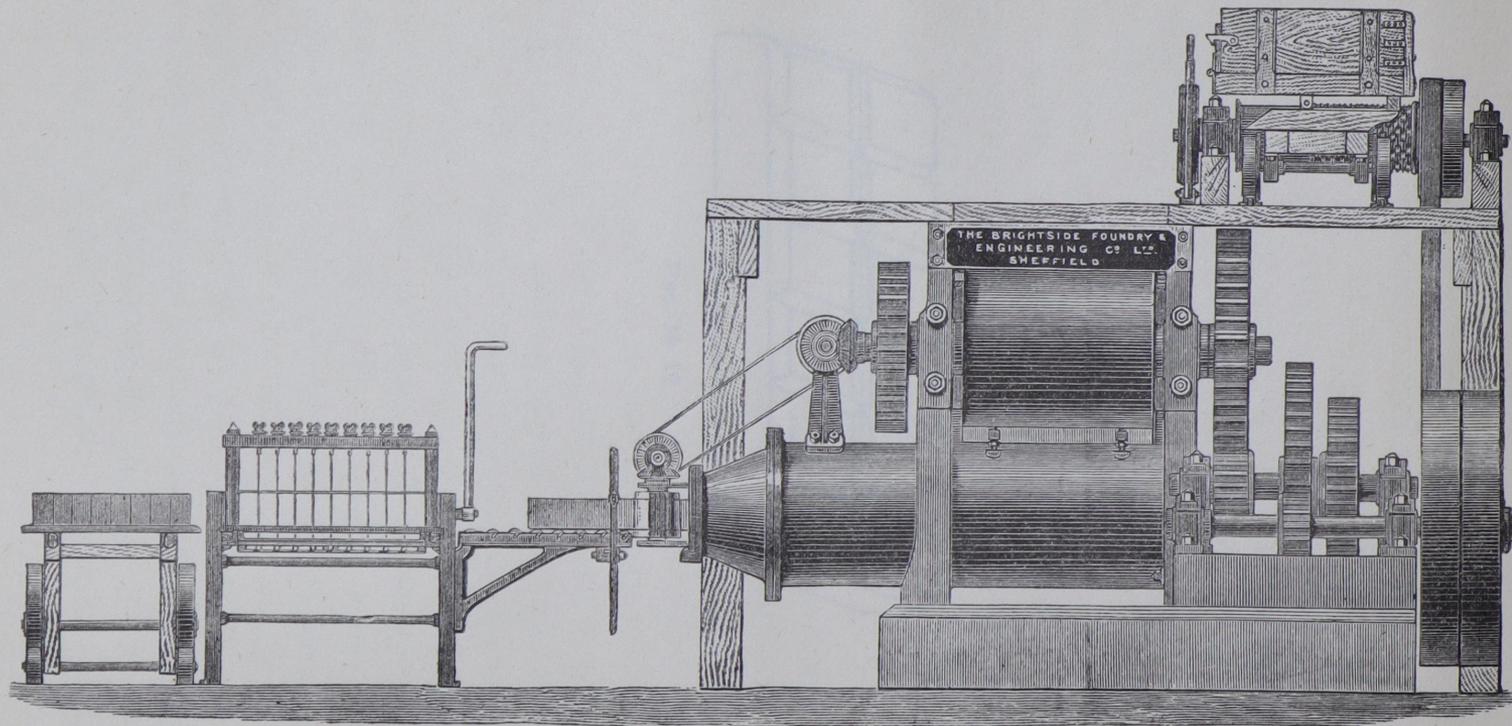


Рис. № 18.

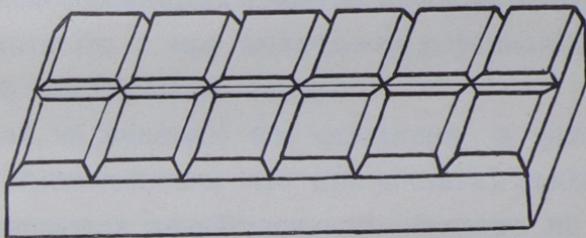


Рис. № 19.

На машинѣ этой фигуры изображены два вертикальные ролика. Точно такъ же можно установить два горизонтальныхъ ролика или же ту или другую пару вмѣстѣ, установивъ ихъ въ особомъ ящикѣ. Горизонтальные ролики можно снабдить нарѣзкой, которая отпечатывала бы на лентѣ углубленія, изображенныя на схематическомъ рис. № 19. Послѣ обжига эти кирпичи при ударѣ или машинномъ нажимѣ будутъ ломаться какъ разъ по намѣченнымъ наиболее слабымъ мѣстамъ, т. е. направленіямъ углубленій между шашками, и, такимъ образомъ, приготовленіе щебня значительно можетъ упроститься и удешевиться.

Такъ какъ правильность формъ продукта желѣзнодорожнаго балласта не имѣетъ существеннаго значенія, то обжигъ его можетъ производиться въ любыхъ наиболее экономическихъ печахъ, приспособленныхъ привести массу въ клинкерообразное состояніе, хотя бы и при наличности деформации всѣхъ нижнихъ рядовъ нагруженной камеры.

Принимая во вниманіе все сказанное, а равнымъ образомъ и то обстоятельство, что при доставкѣ щебня послѣдній будетъ перевозиться хозяйственнымъ образомъ по весьма удешевленному тарифу въ 1/140—1/150 на мѣсто работъ самими же желѣзными дорогами, надо думать, что районъ, обслуживаемый заводомъ, можетъ быть весьма большимъ и обнимать цѣлую сѣть въ нѣсколько тысячъ верстъ рельсовыхъ путей. Слѣдовательно, производство завода будетъ измѣряться 8—10 милліонами штукъ клинкера, что въ немалой степени также способствуетъ удешевленію фабриката. Такой заводъ долженъ имѣть большую газо-генераторную печь съ числомъ камеръ не менѣе 22—24. Стоимость его сооруженія, вѣроятно, обойдется около 200.000 руб.

При выборѣ легкоплавкой глины, доведеніе ея до клинкерообразнаго состоянія потребуетъ при хорошо сконструированной постоянной печи около $\frac{1}{3}$ куб. саж. дровъ на 1.000 штукъ.

Работа по изготовленію, просушкѣ, погрузкѣ сырца съ

разбивкой его въ щебень достигаетъ приблизительно 3 руб. 50 коп. за 1.000 шт.

Производство обжига, администрація и амортизація затраченнаго капитала опредѣляются около 4 руб. на 1.000 шт.

Слѣдовательно, стоимость 1.000 штукъ въ районахъ, гдѣ дрова, торфъ, каменный уголь не дороги, составляя, напри- мѣръ, не свыше 18 рублей за куб. саж., выразится въ суммѣ:

Топливо руб. 6—00

Изготовленіе сырца „ 3—50

Проч. расходы „ 4—00

Итого руб. 13—50

На кубическую сажень щебня расходуется нѣсколько менѣе 4.000 штукъ клинкера нормальныхъ размѣровъ. Слѣдова- тельно, стоимость 1 куб. саж. франко заводъ можетъ быть безъ большей погрѣшности принята въ 50 рублей.

Приведенные расчеты скорѣе преуменьшены, чѣмъ пре- увеличены противъ дѣйствительной стоимости фабrikата.

Принимая, однако, въ соображеніе, что въ настоящее время большинство нашихъ желѣзныхъ дорогъ Европейской Россіи пользуется щебнемъ, заготовительная стоимость кото- раго, безъ хозяйственной развозки, значительно ниже, со- ставляя отъ 12 до 25 рублей за куб. саж., а также имѣя въ виду извѣстную ограниченность распространенія въ природѣ хорошей клинкерной глины, едва ли можно пока надѣяться на широкое развитіе этой, хотя и весьма интересной, отрасли строительной промышленности. Фактъ почти полного отсут- ствія частныхъ клинкерныхъ заводовъ до нѣкоторой степени подтверждаетъ вышеизложенныя соображенія.

Изъ всей сѣти казенныхъ желѣзныхъ дорогъ только одна Варшаво-Вѣнская и Калишская отличаются дороговизною гранитнаго щебня, въ силу того неблагоприятнаго положенія, которое эти линіи занимаютъ, пересѣкая наиболѣе бѣдныя

камнемъ районы Привислянскаго края. Здѣсь заготовительная стоимость щебня—безъ хозяйственной развозки его — обходится отъ 30 до 60 руб. за 1 куб. саж., причемъ изъ года въ годъ замѣчается систематическое повышеніе цѣнъ. При подобныхъ условіяхъ въ недалекомъ будущемъ придется изыскивать чрезвычайныя мѣры къ возможному удешевленію стоимости щебеночнаго матеріала и, по всей вѣроятности, окажется наиболѣе выгоднымъ и цѣлесообразнымъ обратиться къ сооружецію спеціального клинкернаго завода.

На основаніи вышеизложеннаго практическаго опыта и Заключеніе. изслѣдованія долготѣшняго примѣненія искусственнаго камня-звончака на казенныхъ шоссеиныхъ дорогахъ вѣдомства путей сообщенія нельзя не притти къ слѣдующимъ основнымъ положеніямъ:

1) Примѣненіе клинкера, какъ въ видѣ щебня, такъ и въ видѣ мощенія является цѣлесообразнымъ лишь въ тѣхъ случаяхъ: а) когда стоимость мѣстнаго естественнаго камня составляетъ 90—100 руб. съ куб. саж. и болѣе, б) когда количество и качество мѣсторожденія глины обезпечиваютъ успѣшную выдѣлку звончака на мѣстѣ, и в) когда разстояніе развозки его по шоссе не превосходитъ 15 — 20 верстъ въ обѣ стороны отъ завода.

2) Клинкерный щебень въ дѣлѣ устройства и ремонта шоссе, хотя въ качественномъ отношеніи лучше известковаго каменнаго матеріала, тѣмъ не менѣе уступаетъ хорошему гранитному щебню.

3) Наиболѣе цѣлесообразнымъ въ техническомъ и экономическомъ отношеніяхъ примѣненіемъ звончака представляется устройство изъ него мостовой, въ тѣхъ случаяхъ, когда уклонъ ея не превосходитъ 0,04 и

4) Устройство желѣзнодорожнаго верхняго и нижняго балластнаго слоя изъ звончаковаго щебня въ техническомъ отношеніи вполнѣ цѣлесоотвѣтственно, но примѣненіе его встрѣ-

чаетъ практическое затрудненіе потому, что эта операція оку-
пается лишь тогда, когда стоимость щебня изъ другихъ при-
годныхъ естественныхъ породъ камня превышаетъ 50 рублей
за кубическую сажень.

Инженеръ п. с. А. Гельберъ.

БИБЛІОГРАФІЯ.

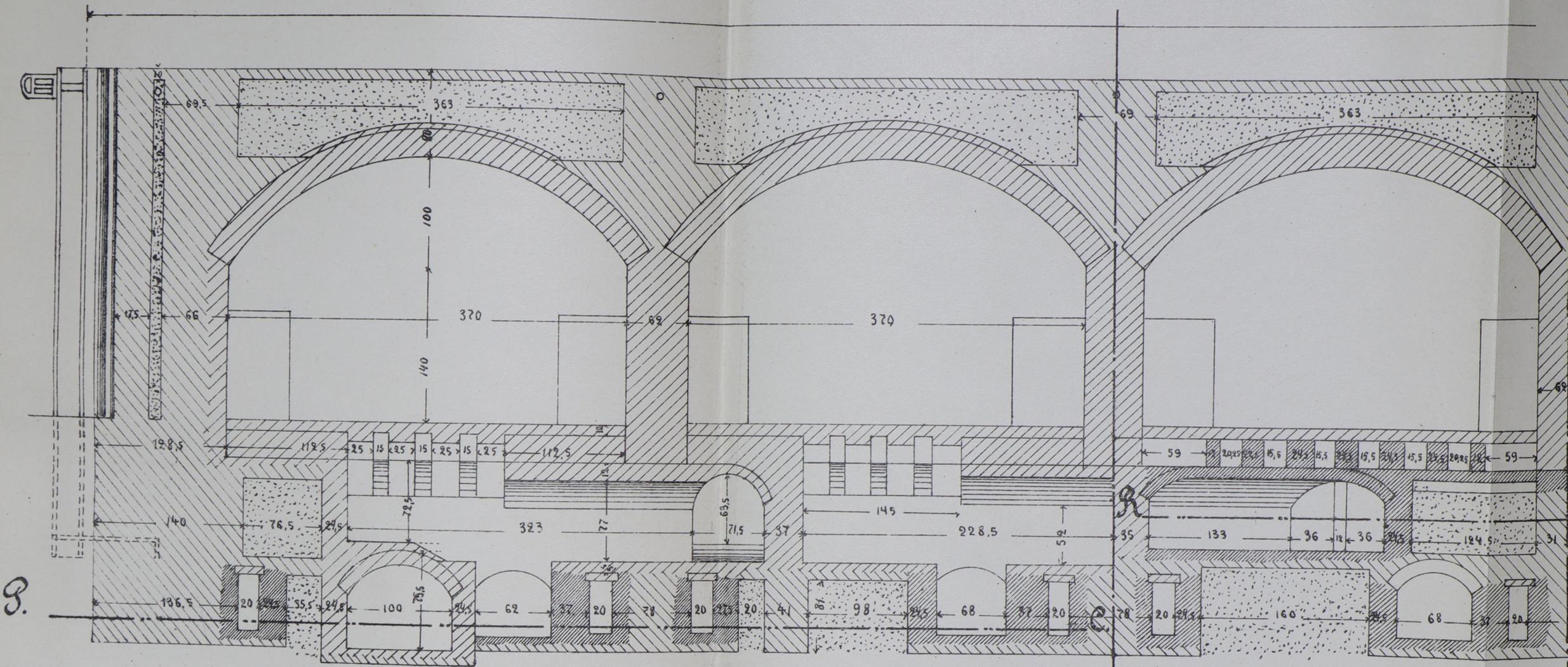
Русская литература по клинкерному производству и применению его въ дорожномъ дѣлѣ крайне бѣдна. Главными печатными трудами по этому предмету являются: два изданія 1886 г. и 1896 г. „Описанія казеннаго клинкернаго завода съ газообжигательною печью въ г. Замостьѣ“ — инж. Ф. Сеницкаго; 2) изданіе Правленія Варшавскаго округа 1901 г. „Клинкеръ и клинкерныя дороги“ — инженера З. Зборовскаго; 3) изданіе того же округа 1909 г. „Отчетъ о командировкѣ за границу для ознакомленія съ клинкернымъ производствомъ и выборъ машинъ для казеннаго завода въ Бѣлопольѣ“ — инженера К. Цвѣтковскаго и 4) недавно появившійся въ печати трудъ инж. И. М. Якубовича подъ названіемъ „О клинкерѣ для мостовыхъ“ (Черниговъ, 1912). Поэтому при составленіи настоящаго труда пришлось, главнымъ образомъ, пользоваться тѣми оффиціальными данными и собранными въ Варшав. округѣ матеріалами, которыми въ настоящее время располагаетъ Техническое Бюро по дорожнымъ дѣламъ Управленія В. В. П. и Ш. Д., а равно изслѣдованіями инженеровъ п. с. Цвѣтковскаго и Зборовскаго.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано:</i>	<i>Слѣдуетъ:</i>
14	7	спизу	доходившей
49	6	сверху	пологать
			доходившее
			полагать

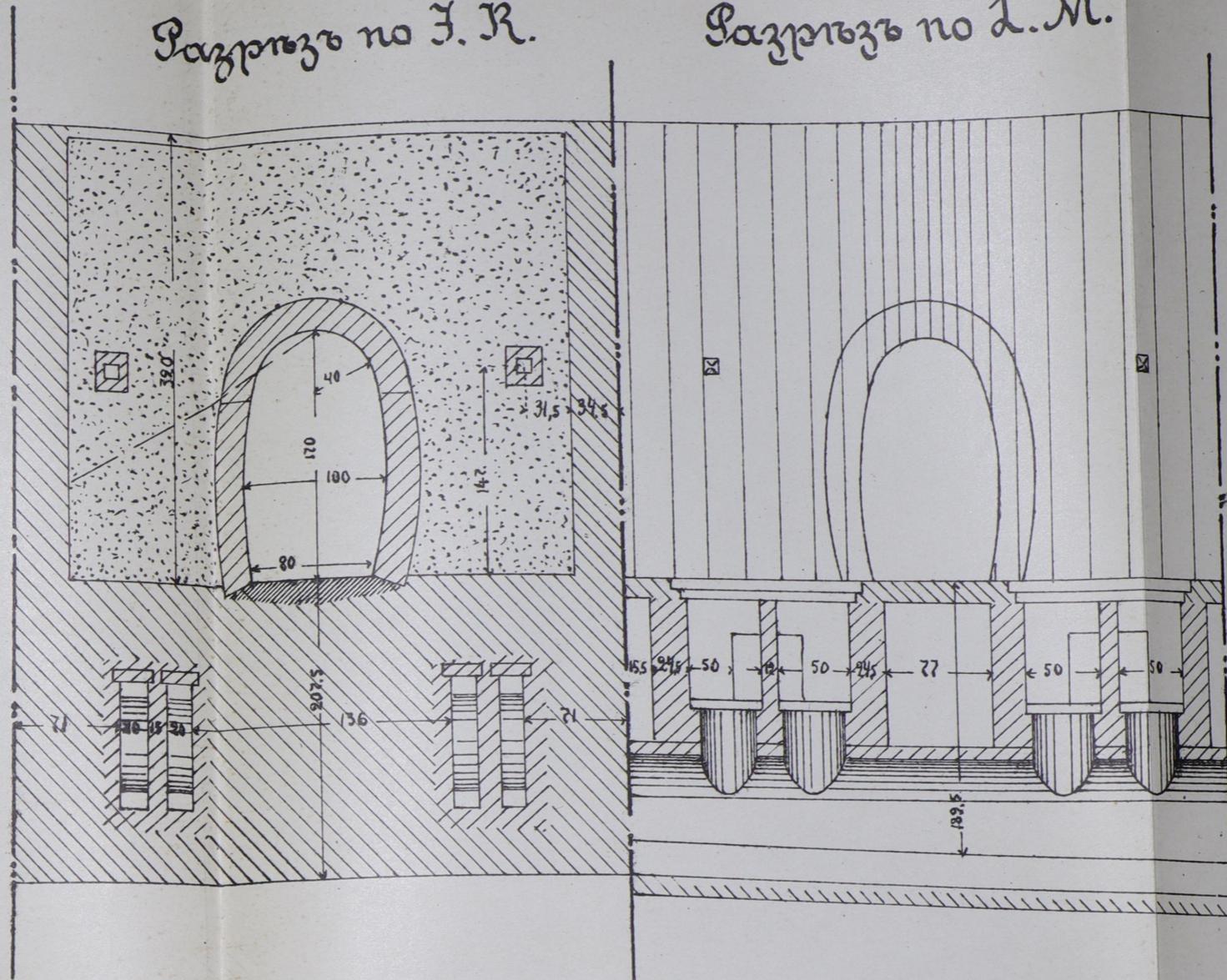
Разрез по А.В.

Разрез по С.Д.

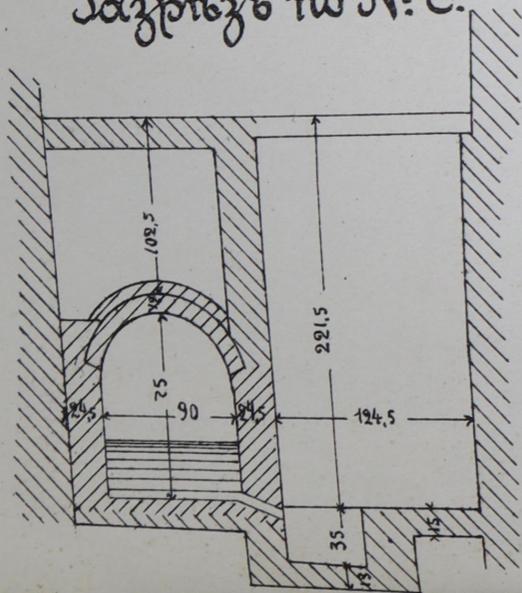


Разрѣзь по F. K.

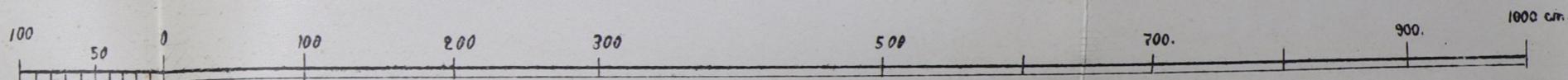
Разрѣзь по L. M.



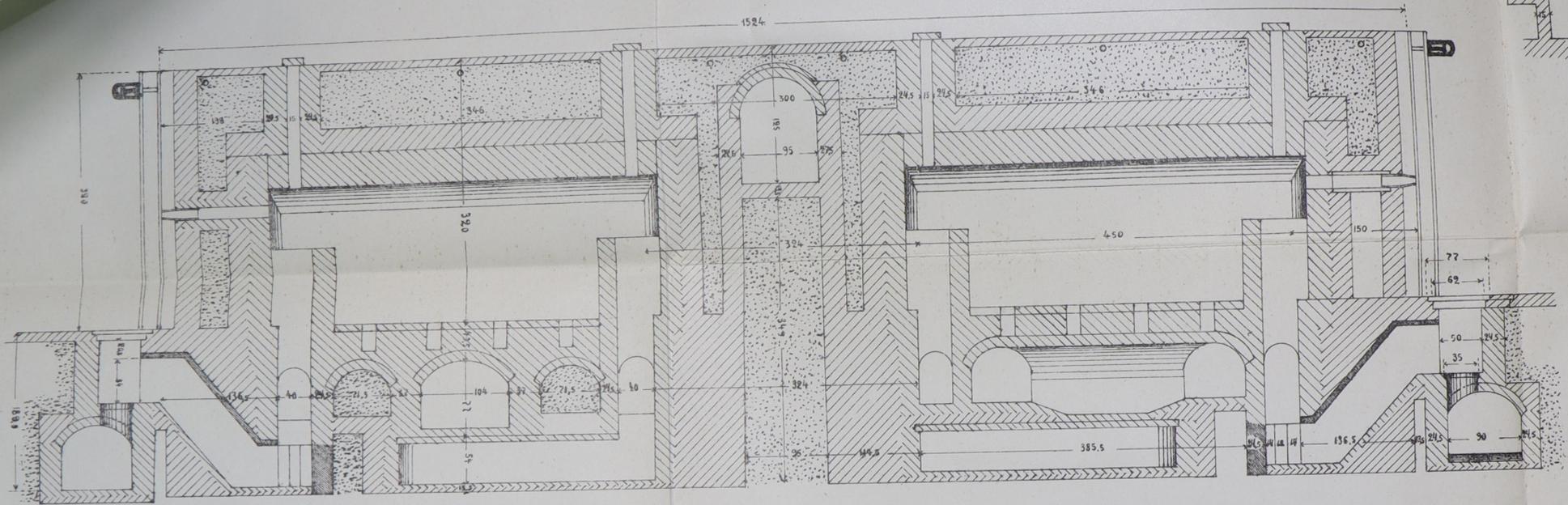
Разрѣзь по N: O.



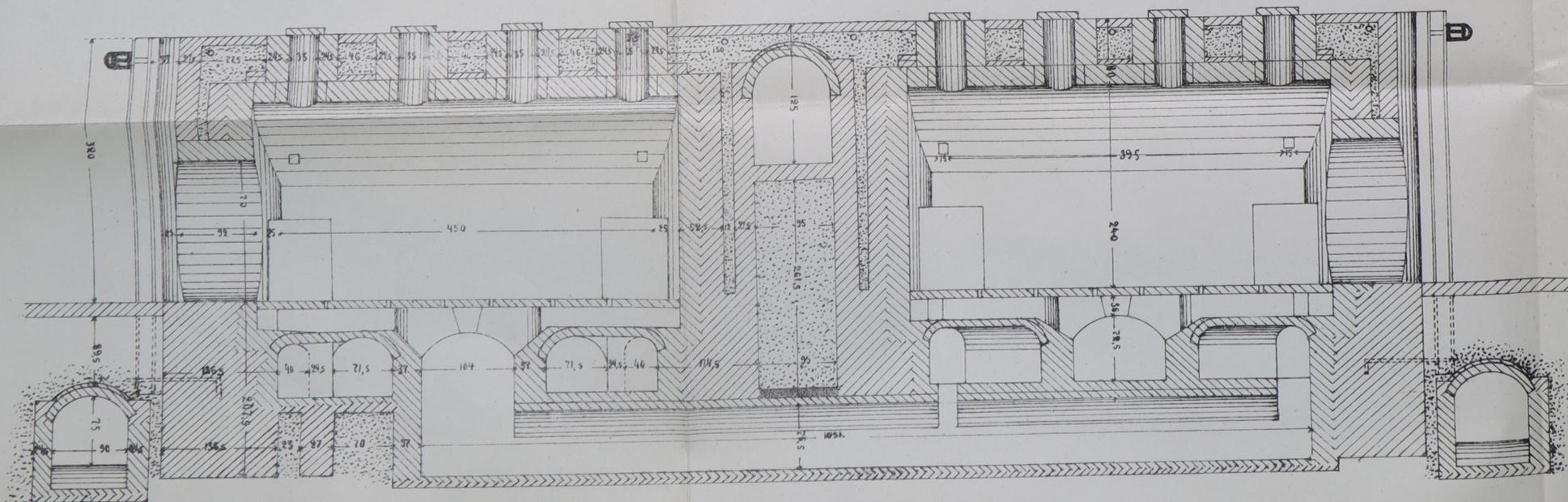
1/50 н.в.



Разрез по X-Y.



Разрез по A-B.

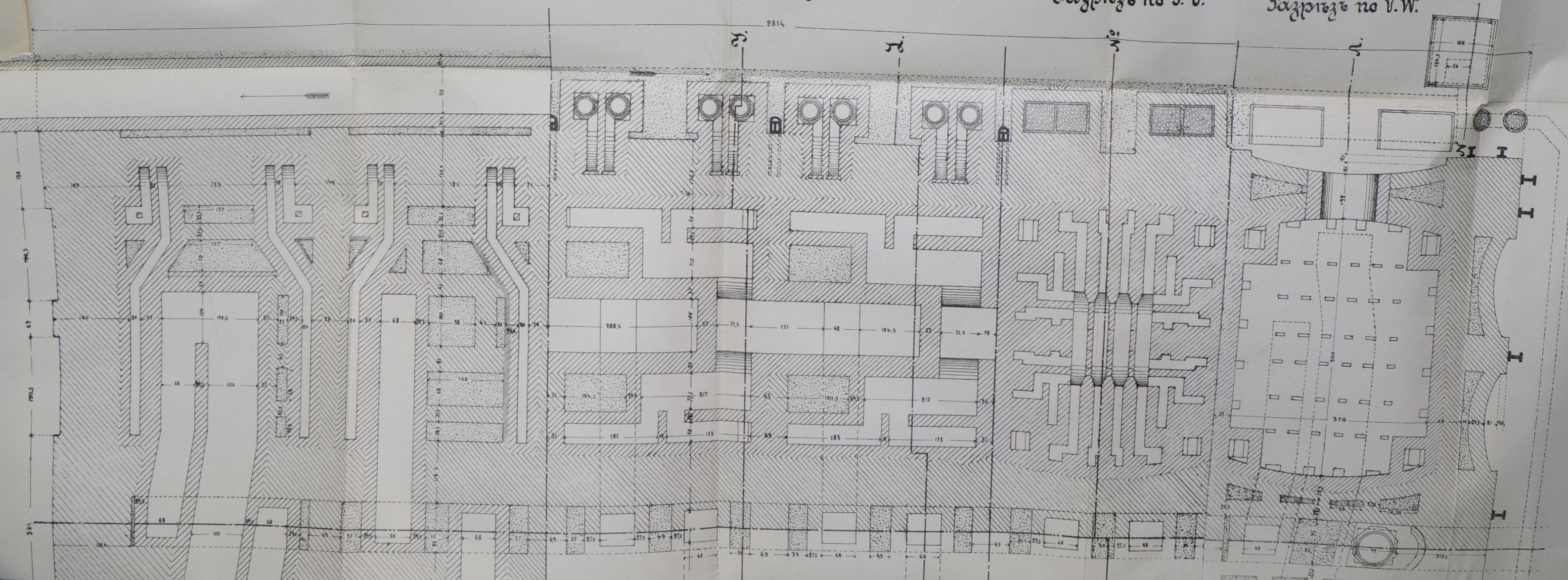


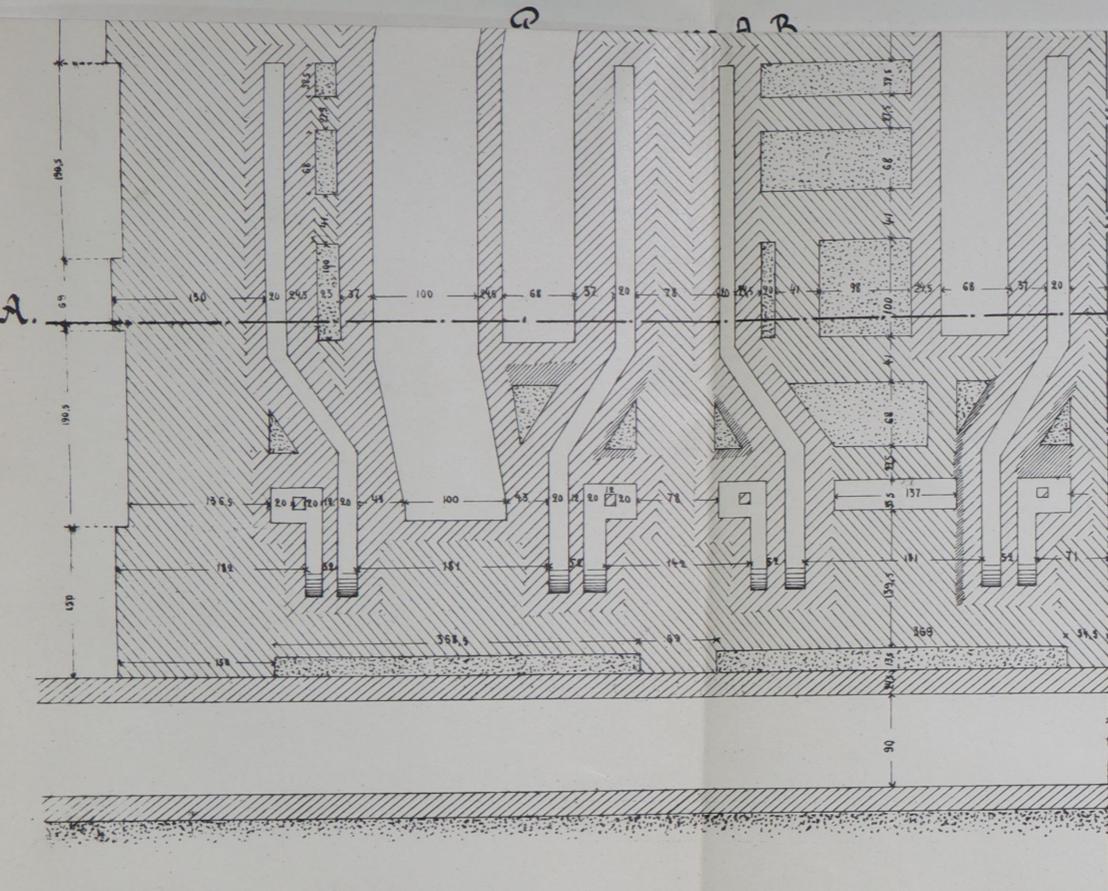
Разрезъ по I. Q.

Разрезъ по R. S.

Разрезъ по T. U.

Разрезъ по V. W.

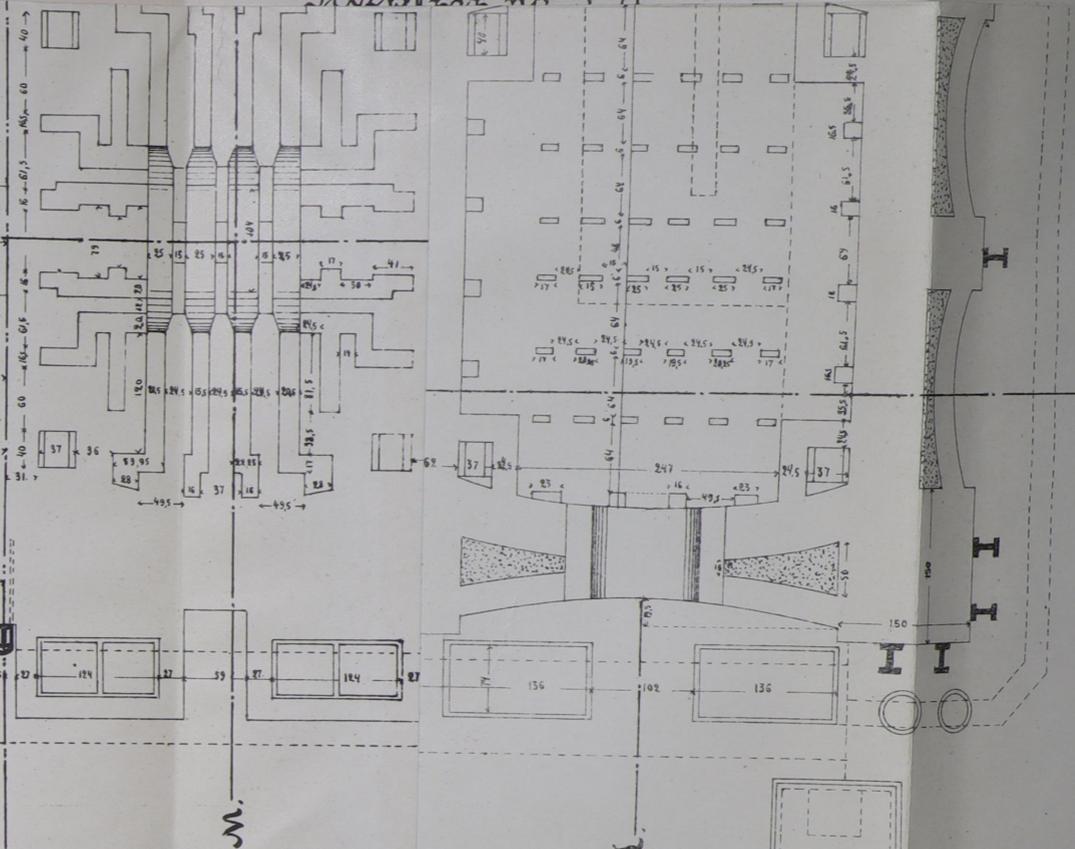
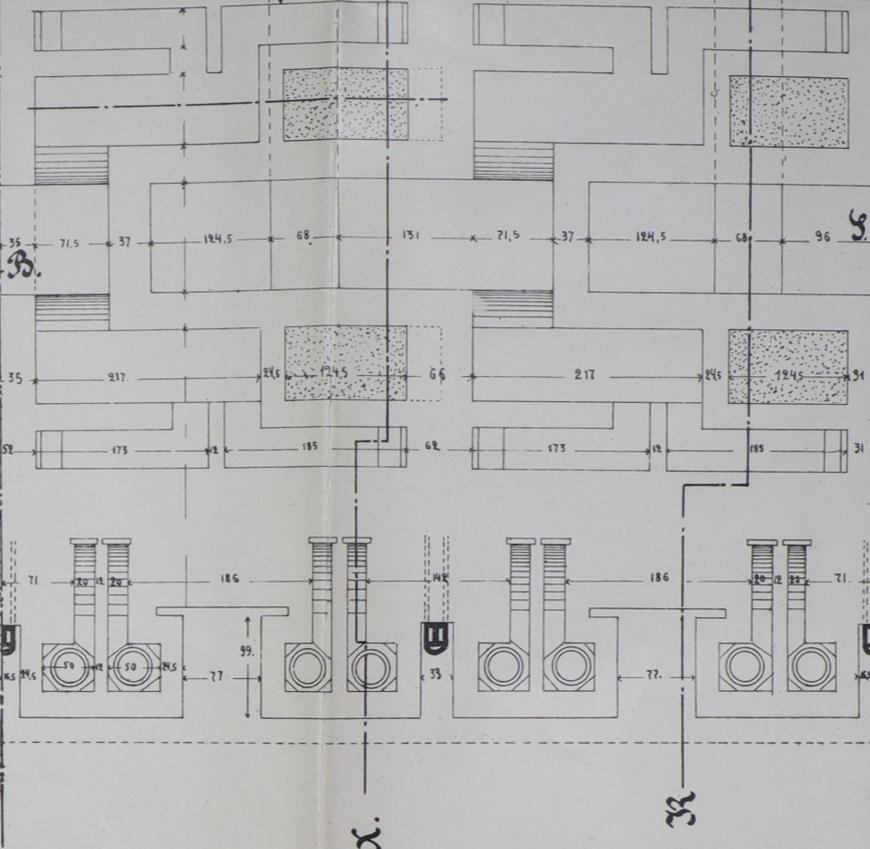




Размеры по С.Д.

Размеры по С.Ф.

Размеры по Ч.П.



X.

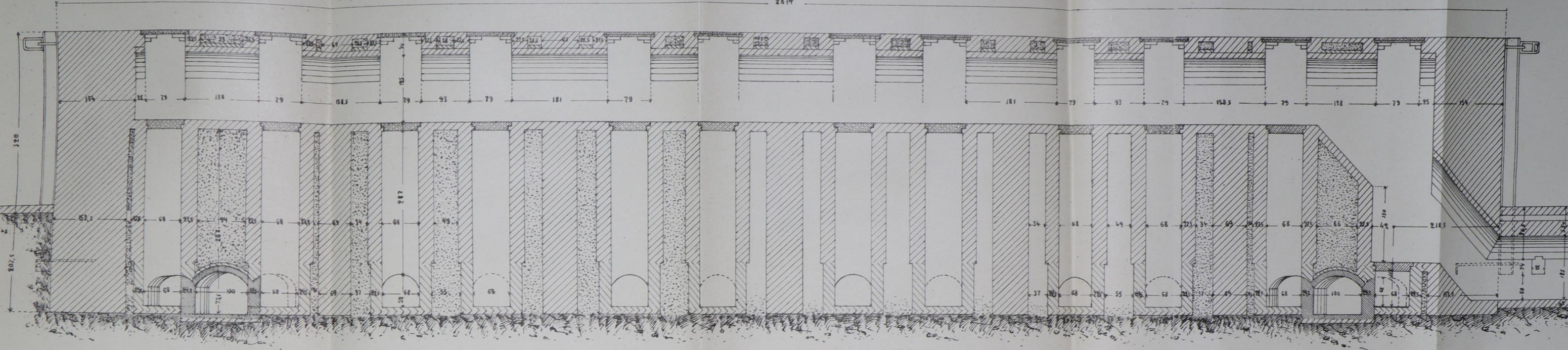
Y.

Z.

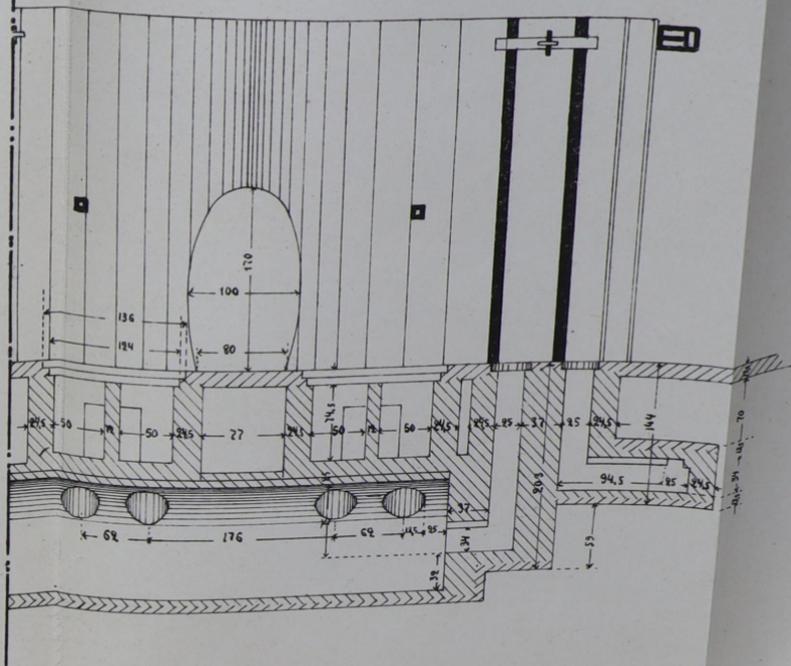
Q.

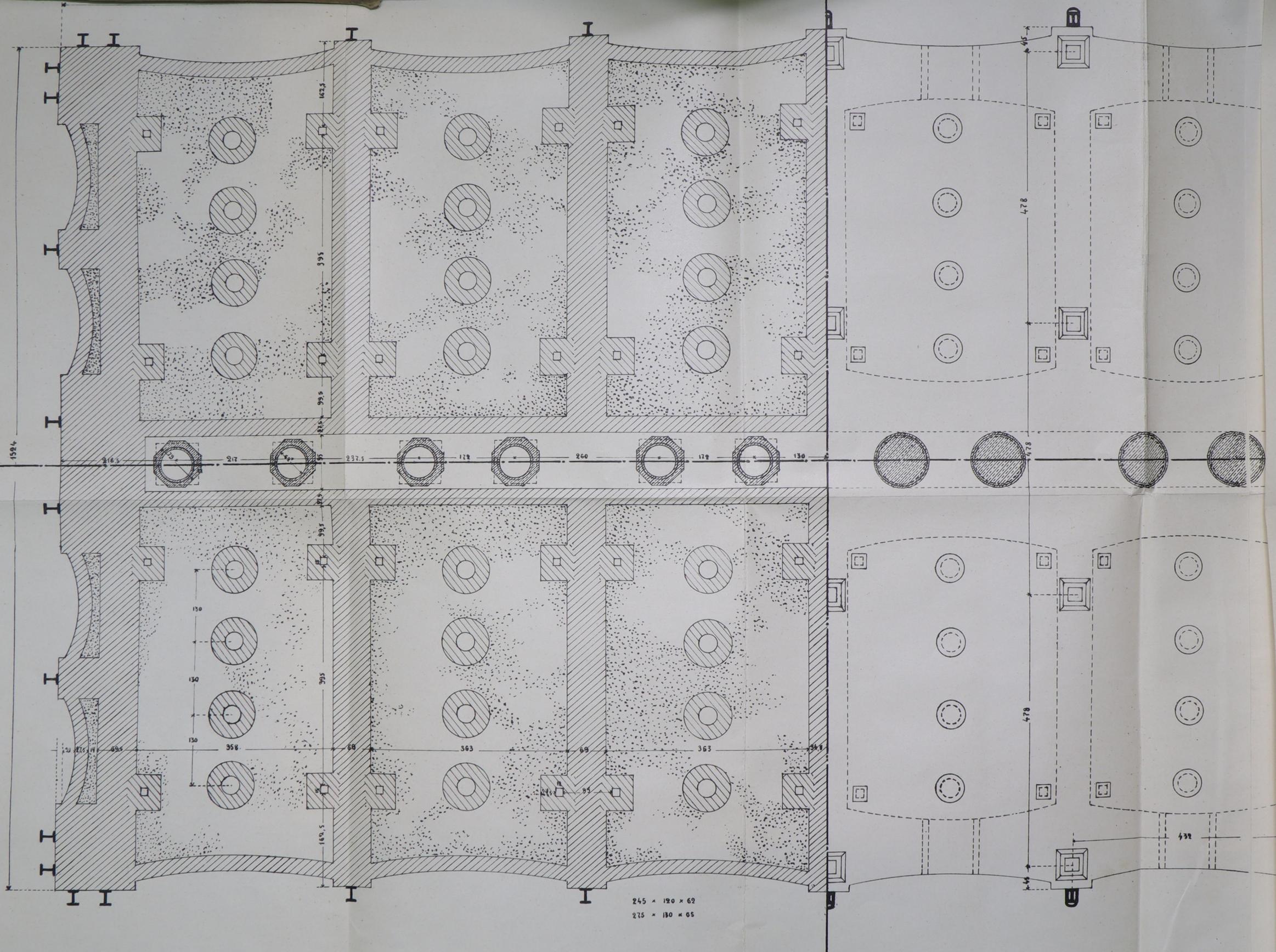
Разрез по В.С.

2814

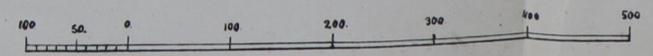


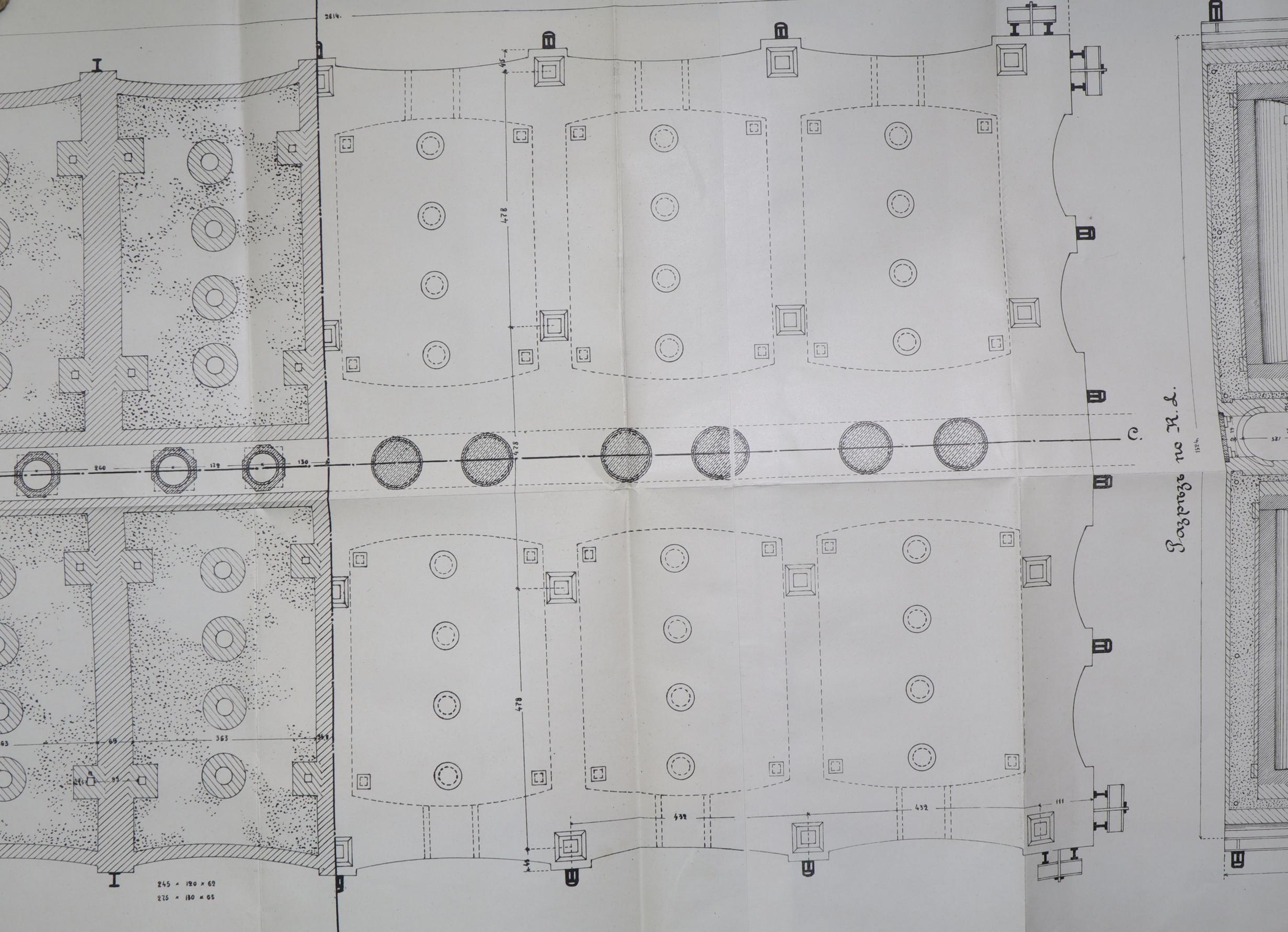
Разрѣзь по Д.Э.





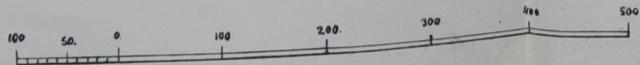
245 × 120 × 62
 275 × 110 × 65





2814

245 × 120 × 62
275 × 130 × 65



Разпреже по К.Д.

1524

527