

Б3

ЖЕЛѣЗНОДОРОЖНЫЯ

17/624/19
1
Б23

ТУННЕЛЬНЫЯ

СООРУЖЕНИЯ

Ч. I.



Инв. № _____

Соч. инж. П. С. В. И. Вендревского.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-Литографія С. Н. Цѣпова, Забалканскій пр., 18.
1903.

1975

БИБЛИОТЕКА
Санкт-Петербургского
инженерного института
железнодорожного
транспорта

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Желѣзныя дороги связываютъ промышленные центры странъ, увеличиваютъ сношенія между ними и съ удивительною быстротою расширяютъ потребности, проявляя необходимость устройства новыхъ путей сообщенія.

Направленіе послѣднихъ опредѣляется, въ большинствѣ случаевъ, выгодами отъ коммерческихъ предпріятій, предоставляя техникѣ рѣшать, часто, весьма сложные вопросы о найвыгоднѣйшемъ способѣ обхода естественныхъ препятствій.

Торговое движеніе Сибири и восточной Азіи, вѣроятно, въ недалекомъ будущемъ призоветъ русскихъ инженеровъ къ сооруженію горныхъ желѣзныхъ дорогъ въ условіяхъ болѣе трудныхъ, чѣмъ встрѣченныя при такихъ же работахъ въ Швейцаріи.

Точное знакомство съ работами по постройкѣ туннелей, въ виду вышесказанаго, становится настоятельной необходимостью для русскихъ инженеровъ.

Авторъ

Ініціатива відкритої

сторінкою видано відповідь
запису вінегафії зважаючи на відповідь

ОГЛАВЛЕНИЕ:

I часть.

- 1) Обзоръ свѣдѣній по геологіи верхнихъ частей земной коры и краткое описание нѣкоторыхъ природныхъ туннелей.
- 2) Обзоръ работъ по сооруженію туннелей въ Европѣ.
- 3) Обзоръ работъ по сооруженію туннелей въ Америкѣ и въ Азії.
- 4) Важнѣйшія физическія явленія при сооруженіи существующихъ туннелей.
- 5) Конструктивныя особенности горныхъ желѣзныхъ дорогъ.
- 6) Краткій обзоръ достоинствъ металлическихъ цѣпей и канатовъ.

II часть.

- 1) Буровыя машины.
- 2) Водяные насосы.
- 3) Воздушные насосы.
- 4) Подъемныя машины и приспособленія.
- 5) Склады запасныхъ принадлежностей и мастерскія.
- 6) Рабочіе пути сообщенія, станціи и административныя постройки.
- 7) Краткія свѣдѣнія о примѣненіи электричества при туннельныхъ работахъ.
- 8) Замѣчанія о содержаніи рабочихъ, машинъ и принадлежностей.
- 9) Способы устройства крѣпей и порядокъ распределенія работъ.

III ч а с т ь.

- 1) Производство изысканій.
- 2) Разработка проекта и оцѣнка стоимости работъ.
- 3) Производство работъ въ случаѣ пересѣченія напла-
стованій: А) по линіи изъ уклона;
Б) по линіи изъ поперечнаго залеганія;
В) неправильнаго расположенія.
- 4) Производство работъ при встрѣчѣ:
А) сдвиговъ и обваловъ;
Б) плывуновъ сползней.
- 5) Отдѣлка и оборудование туннелей.
- 6) Администрація работъ и сравнительная стоимость послѣднихъ.
- 7) Общія замѣчанія объ эксплуатациі туннелей и гор-
ныхъ желѣзныхъ дорогъ.
- 8) Намѣченныя горныя желѣзныя дороги въ Россіи.

Часть II

I. Обзоръ свѣдѣній по геологіи верхнихъ частей земной коры и краткое описание нѣкоторыхъ природныхъ туннелей и пещеръ.

Въ физическомъ мірѣ, какъ и въ жизни народовъ настоящее представляетъ поперечный разрѣзъ во времени, по одну сторону котораго лежитъ неизвѣстное будущее, по другую же — поучительное прошлое („Зюссе“ „Das Antlitz der Erde“).

Геологическія изслѣдованія приводятъ къ убѣждению, что первозданные остовы материковъ и глубины океановъ не претерпѣвали абсолютныхъ перемѣщений, хотя верхнія части земной коры различно и массивно видоизмѣнялись.

Въ 4 эпохахъ образованія земной коры усматривается слѣдующая характеристика:

1) Кенеозойская (послѣтретичная и третичная), — совмѣщаетъ признаки жизни человѣка, грубые известняки, торфъ, магнитъ, янтарь, осадки соли, оолиты и т. п.

2) Мезозойская (мѣловая, юрская, тріасовая), — совмѣщаетъ признаки млекопитающихъ и птицъ, мѣль, литографскій песчаникъ, плотные известняки, бурый уголь, желѣзяки, темныя глины и т. п.

3) Палеозойская (каменноугольная, девонская, силурій-ская), — совмѣщаетъ признаки рыбъ и насѣкомыхъ, мраморъ, сѣру, нефть, разные металлич. руды, каменный уголь, антрацитъ и т. п.

4) Архейская (гуронская, лаврентьевская), — совмѣщаетъ граниты, діориты, діабазы, лабрадоръ, графитъ, алмазы, самородные металлы, слюдяныя, тальковыя и т. п. породы.

Средняя плотность породъ, слагающихъ верхнюю часть земной коры, не превышаетъ 2,5; законъ возрастанія плотности съ глубиною до сего времени не опредѣленъ; по мнѣнію большинства ученыхъ плотность центральныхъ массъ земного шара около 10,5.

Неравномерность распределения массы земной коры связана съ явленіями, на которыхъ слѣдуетъ обратить особое вниманіе при постройкахъ въ горныхъ областяхъ.

Совмѣстно съ суточными измѣненіями магнитныхъ элемен-
товъ (наклоненія, склоненія и напряженія), происходятъ внезап-
ные колебанія магнитной стрѣлки, не совпадающія съ атмосфер-
ными бурями.

Таковыя колебанія земного магнетизма обнаруживаются
гальваническими токами въ телеграфныхъ проволокахъ, прерывающими, не рѣдко, корреспонденцію по нимъ.

Поясъ постоянной температуры въ различныхъ мѣстахъ
находится на разной глубинѣ въ предѣлахъ отъ 0,5 до 15 саж.,
въ зависимости отъ расположения пластовъ, ихъ сланцеватости и
др. причинъ.

Съ глубиною и съ увеличеніемъ давленія, температура верх-
нихъ пластовъ, вообще говоря, увеличивается, соотвѣтственно
орографическимъ особенностямъ мѣстности, въ среднемъ на 1° Ц.
черезъ каждые 15 до 25 саж. глубины.

Наблюденія въ альпійскихъ туннеляхъ доказываютъ охлаж-
дающее вліяніе горныхъ вершинъ на внутреннюю температуру
земной коры, а въ особенности, если вершины покрыты постоян-
нымъ снѣгомъ или ледниками.

Вслѣдствіе таковой и др. причинъ глубина пояса постоянной
температуры въ горныхъ областяхъ значительно измѣняется на
близкихъ разстояніяхъ.

Степень возвышенія температуры на глубинѣ геологическихъ
напластованій опредѣляетъ предѣль, до которого возможна ра-
бота человѣка въ подземныхъ нѣдрахъ; напр.: въ золото-серебря-
ныхъ мѣсторожденіяхъ невады имѣется температура нижняго
этажа пластовъ 47° Ц., невыносимая для рабочихъ.

Въ жел. дорожныхъ туннеляхъ возвышеніе вершинъ надъ
проходомъ не можетъ быть больше 2 верстъ, вообще говоря, такъ
какъ температура нѣдръ окажется, по всей вѣроятности, выше
возможнаго для работъ предѣла (около 50° Ц.)

Материковые склоны горныхъ кряжей, обыкновенно, выпук-
лые, пологіе, длинные, съ складчатымъ залеганіемъ пластовъ, безъ
выходовъ вулканическихъ породъ; противоположные же склоны
круты, вогнутые, со спутаннымъ залеганіемъ напластованій, съ
выходами древнихъ вулканическихъ породъ и съ вулканами.

Основныя горы воспроизведены дислокациєю, складками или
сдвигами, какъ пластовыхъ, такъ и кристаллическихъ массивовъ.
Ч. № 1.

Въ горной области, обнаруживающей слѣды вулканической
дѣятельности, ни одинъ вулканъ, прекратившій изверженія, не
долженъ считаться на вѣки потухшимъ, такъ какъ онъ можетъ
вновь пробудиться, при образованіи какихъ либо крупныхъ пере-
мѣщеній въ земной корѣ.

Нахождение древнихъ вулканическихъ образованій (туфовъ) встрѣчается, не рѣдко, далеко за предѣлами вулканическихъ областей.

Основныя горныя породы четырехъ типовъ гранита ($Si\ 72\%$), сіенита ($Si\ 63\%$), діабаза ($Si\ 54\%$) и оливина ($Si\ 45\%$), съ которыми ассоциируются, въ послѣдовательномъ порядке, цинкъ, ртуть, платина и другія металлическія руды. Табл. № 1.

Т. № 1.

Типы основныхъ горныхъ породъ.	О к и с и.						
	Si.	Al.	Fe.	Ca.	Mg.	K.	Na.
Среднее для каждого типа.							
I.	76	14	3	1,5	0,3	4	4
II.	64	17	6	3	1,3	3,5	4
III.	52	18	10	9	5	1,9	3
IV.	45	8	12	6	28	0,5	1

Кавказскіе потухшіе вулканы, Эльбрусъ, Казбекъ, Бабадагъ и др., а также Демавентъ въ Персіи представляютъ многочисленные выходы ангезита и долерита, нисколько не измѣняющіе господствующаго паденія и простиранія основныхъ пластовъ горныхъ породъ.

Горы въ окрестностяхъ Эрзерума состоятъ изъ осадочныхъ известняковъ и змѣевиковъ, надъ которыми расположены вулканическія породы.

Таковое же сложеніе вулкана Паландакена, въ кратерѣ котораго известняки превращены въ мраморъ, алебастръ и хлоритовые сланцы, а также структура изолированныхъ горъ Пятигорскаго округа.

Подобное вышеобозначеному преобразованіе основныхъ породъ (напр. гранита въ роговики) обнаруживается, на расстояніи до 2 верстъ отъ вулканическихъ жилъ, на Кавказѣ въ долинѣ р. Баксана, въ окрестностяхъ Шахъ-дага, С.-Готтарда, на Уралѣ, въ Тянъ-шанѣ, въ Карпатахъ и т. п.

Вулканы расположены на трещинахъ сдвиговъ и изломовъ горныхъ кряжей.

Въ виду значительныхъ измѣненій въ структурѣ земной коры, необходимо въ горныхъ областяхъ избѣгать построекъ на

рыхлыхъ наносахъ, покрывающихъ тонкимъ слоемъ массивныя породы; а также—на крутыхъ косогорахъ.

Въ таковыхъ областяхъ сдвиги, оползни, оплывы и обвалы, не рѣдко, достигаютъ громадныхъ размѣровъ, въ особенности по линии простиранія пластовъ.

Въ Россіи отмѣчается пять областей съ наиболѣшими явленіями вышеобозначенныхъ дислокаций земной коры: Кавказъ, Туркестанъ, Забайкалье, Алтай и Камчатка, сосѣдніе съ относительно новыми и массивными горными кряжами.

Подобныя дислокациіи происходятъ, иногда, въ Крыму на протяженіи отъ Алушты до Евпаторіи, а также, на высокихъ берегахъ рр. Волги, Оки, Днѣпра и др.

На Кавказѣ, Уралѣ, въ Туркестанѣ и въ Малой Азіи замѣчаются, чаще всего, горизонтальная дислокациіи горныхъ массивовъ (складки, сдвиги); въ Байкальской и Алтайской областяхъ—вертикальные сбросы.

Тѣ и другія формы дислокациіи свойственны всѣмъ породамъ но легче распознаются въ осадочныхъ, болѣе или менѣе горизонтальныхъ слояхъ.

Дислокациіи въ земной корѣ вызываются, главнымъ образомъ, растяженіемъ, давленіемъ, сгибаніемъ и скручиваніемъ каменистыхъ породъ.

Тщательное изученіе характера напластованій земной коры въ особенности важно при сооруженіи подпорныхъ стѣнь фундаментовъ, при выборѣ найвыгоднѣйшихъ относово въ желѣзно-дорожныхъ выемкахъ или насыпяхъ и пр.

Въ горизонтальныхъ пластахъ и въ массивныхъ породахъ, уголъ откоса долженъ быть тѣмъ круче, чѣмъ пласти толще и менѣе подвержены вывѣтреванію; при томъ, откосъ слѣдуетъ отдѣльывать лѣстницеобразно, съ высотою каждой ступени не менѣе толщины пласта.

На склонѣ по направленію паденія пластовъ, если послѣднія ^o падаютъ круче естественного откоса грунта, то необходимо срѣзать напластованія до откоса болѣе пологаго, чѣмъ естественный; если же уголъ паденія пластовъ менѣе угла естественного откоса, то обдѣлку послѣдняго возможно вести лѣстницеобразно, какъ при горизонтальныхъ напластованіяхъ.

При крутомъ паденіи пластовъ откосъ по плоскости залеганія представляетъ достаточную устойчивость. Противоположный откосъ дѣлается съ уклономъ, дополнительномъ до 90° къ углу паденія напластованій и круче 45° лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

Горные кряжи образовались, вообще говоря: 1) складками земной коры (Тянъ-шань, Гималаи, Альпы, Карпаты, Кавказскій

кряжъ, частью Ураль и пр.); 2) сдвигами и сбросами въ системах напластованій (Ханганъ въ Монголіи, Абиссинскія, Скандинавскія, Алтайскія горы, частью Ураль и пр.); 3) накопленіемъ каменныхъ массъ (большинство вулканическихъ кряжей, Апалахскія горы Америки и пр.).

Слѣдуетъ различать въ горныхъ кряжахъ—подножье, склоны, линіи водораздѣла и переваль.

Вогнутые склоны кряжей отличаются крутизною, сложностью строенія, разнообразными сбросами и сдвигами; выпуклые же—меньшею крутизною, болѣе простымъ строеніемъ пластовъ и параллельными въ нихъ складками.

Вогнутые склоны обращены въ сторону, откуда проявилось, вслѣдствіе уменьшения земного ядра, горизонтальное давленіе на каменные массивы, вызвавшее дислокациі въ послѣднихъ и образование горныхъ кряжей.

Клинажъ въ горныхъ напластованіяхъ перпендикуляренъ къ направлению вышеобозначенаго горизонтальнаго давленія.

Наблюденія надъ измѣненіями температуры въ пещерахъ, артезіанскихъ колодцахъ и въ моряхъ приводятъ къ убѣждѣнію, что потеря внутренней теплоты земного шара происходитъ, главнымъ образомъ, черезъ моря, она выражается тѣмъ, что холодные слои воды, занимающіе болѣе $\frac{2}{3}$ глубины въ тропическихъ моряхъ, утолщаются и температура у морского дна понижается.

Вслѣдствіе постепенного охлажденія земной коры, холодная вода все болѣе и болѣе проникаетъ въ сѣверное полушарье, распространяясь даже до среднихъ широтъ.

Вліяніе атмосферы на геопластику земной коры зависитъ отъ состава, влажности, температуры и давленія воздуха; при томъ, таковое вліяніе механическое и химическое.

Механическая дѣятельность атмосферы выражается четырьмя процессами: разрушениемъ, переносомъ, шлифованіемъ и отложениемъ породъ; химическая же дѣятельность ея проявляется, главнымъ образомъ, въ выѣтриваніи обнаженныхъ напластованій и образованіями гидратовъ.

Таковая же дѣятельность воды, но съ болѣе рѣзкими послѣдствіями отъ нея.

Объемъ водъ морей составляетъ $\frac{1}{780}$ объема,—масса ихъ $\frac{1}{4540}$ массы земли.

Поглощаемость газовъ атмосферою и водою прямо пропорціональна давленію при одинаковыхъ другихъ условіяхъ.

Слѣдуетъ принимать, что нѣть абсолютно непроницаемыхъ горныхъ породъ, какъ усматривается во многихъ рудникахъ.

Мало проницаемыми оказываются жирныя глины, плотные мергеля, известняки, стекловидныя породы и пр.

Въ природѣ нѣтъ вполнѣ нерастворимыхъ минераловъ, за исключениемъ развѣ алмаза, графита и платины.

Работа атмосферы и воды въ жидкому и твердому состояніи столь велика, что, для большихъ рѣкъ и ледниковыхъ, среднее количество минеральныхъ наносовъ составляетъ почти $1/8000$ расхода воды; для малыхъ таковое отношеніе увеличивается.

Изслѣдованіе горныхъ хребтовъ явственно показываетъ, что нѣкоторые изъ нихъ, уничтожились уже на половину противъ первоначальныхъ размѣровъ; это необходимо принимать во вниманіе, проектируя искусственные сооруженія въ гористыхъ мѣстностяхъ.

Правильное сужденіе о вѣроятныхъ геологическихъ измѣненіяхъ области должно быть основано на точномъ изученіи рельефа ея и климатическихъ дѣятелей.

Рельефъ мѣстности опредѣляется, надлежаще исполненными, геодезическими работами и геологическими изслѣдованіями.

Относительно климатическихъ дѣятелей полезно замѣтить нижеизложенное.

Главный источникъ теплоты въ земной корѣ—солнце; внутренняя температура земного шара очень мало вліяетъ на верхнія его напластованія.

Количество теплоты, получаемое землею отъ солнца не меѧне 2.800,000 мил. паровыхъ силъ въ минуту; причемъ, наибольшее суточное ея количество получаетъ южный полюсъ, въ январѣ мѣс., наибольшее же годовое—экваторіальная область; вообще же говоря, сѣверное полушаріе теплѣе южного въ низшихъ географическихъ широтахъ.

Распределеніе теплоты на поверхности земли зависитъ, главнымъ образомъ, отъ теплопроводности воздуха, наибольшей на высокихъ горахъ, наименьшей надъ пространствами, покрытыми водою.

По многочисленнымъ наблюденіямъ въ разныхъ горныхъ странахъ, среднее уменьшеніе температуры съ высотою равно 1° Ц. (и не больше $1,5^{\circ}$) на 200 м. высоты, при нѣкоторыхъ лишь отъ сего исключеніяхъ, вызываемыхъ частными причинами. Табл. № 2.

Направленіе воздушныхъ токовъ—отъ области высокаго къ области низкаго давленія; сила ихъ зависитъ отъ разности давленія на единицу разстоянія, въ сторону движенія воздуха и перпендикулярно къ мѣстнымъ линіямъ равныхъ среднихъ барометрическихъ высотъ (изобаръ).

Отклоненіе вѣтровъ отъ сего направленія, вправо на сѣверномъ и влево на южномъ полушаріи, выражается формулой Сте-

фенсона $\operatorname{tg} d = \frac{2 \times 10 \operatorname{sn} \phi}{k}$, где 10 = угловой скорости движения земли = 0,000073, ϕ = геогр. широта места, k = коэффициенту трения, претерпеваемого воздухом = 0,00012 в горныхъ районахъ.

Вслѣдствіе тренія, скорость вѣтра уменьшается почти вдвое у подошвы горъ, усиливаясь среди дня.

Температура и влажность воздуха съ высотою места уменьшаются подъ высокими широтами скорѣе, чѣмъ подъ низкими.

Абсолютная влажность на высотѣ 6400 м. составляетъ $\frac{1}{10}$ всего количества пара въ атмосферѣ, при наблюдаемой температурѣ. Табл. № 3.

Таблица среднихъ температуръ № 2.

Мѣстность.	Географическая широта.	Абсолютная высота въ метрахъ.	Годъ.	Temperatura по Цельсію.		Разница.	Суточныя колебанія температуры.	
				Самая низкая	Самая высокая.		Средняя.	Макси-мальная.
				Мѣсяцъ.				
Якутскъ . .	62°1'	160	11,2	42,8 янв.	18,8 июль.	61,6	6,7	11,7
Николаевскъ-на Амурѣ .	53°8'	—	2,5	22,9 "	16,4 "	39,3	—	—
Енисейскъ .	58°27'	80	2,2	25,3 "	20,0 "	45,3	—	—
С - тъ Бернадъ .	45°50'	2478	1,8	9,0 "	6,2 "	15,2	4,7	7,8
Барнаулъ .	53°20'	140	0,4	19,4 "	19,6 "	39,0	8,3	10,6
Симплонъ .	46°15'	2008	0,4	7,5 "	9,2 "	16,7	—	—
Риги-Кульмъ	47°3'	1784	1,8	5,5 "	9,4 авг.	14,9	—	—
Меранъ . .	46°40'	310	11,7	0,3 "	21,8 июль.	21,5	5,2	11,0
Севастополь.	44°37'	40	12,1	1,9 "	23,2 "	21,3	—	—
Тифлисъ . .	41°41'	457	12,6	0,5 "	24,3 "	23,8	7,6	10,1
Суэцъ . . .	29°58'	—	20,8	13,1 февр.	28,4 "	15,3	11,7	14,3
Багдадъ . .	33°21'	—	23,3	9,7 янв.	34,9 "	25,2	13,3	16,0

Т. № 3.

**Количество воды, выпадающей въ теченіе года, въ видѣ дождя
и снѣга, въ сантиметрахъ.**

Ялта	46	Ташкентъ (Средн. Азія)	31
Владикавказъ (Сѣв. Кавказ.) .	85	Кяхта	26
Алагиръ " "	99	Лэ (Западн. Тибетъ)	7
Сухумъ-Кале (Зап. Кавказ.) .	128	Нерчинскій заводъ	39
Поти и Редутъ-Кале (Зап. Кавк.).	164	Лахоръ (Пенджабъ)	53
Кутаисъ (Зап. Кавказ.)	179	Марри(С.-З. Гималаи) Индія .	135
Тифлисъ " "	49	Суэцъ (Египетъ)	6
Александровъ (Эриванск. губ.).	33	Алжирское плоскогорье	42
Баку (прибр. Каспійск. мор.) .	24	Гибралтаръ (Перин. полуостр.).	76
Ленькорань (прибр. Касп. мор.).	130	Ауезъ (Австр. Альпы)	197
Богословскъ (Ураль.)	40	Лугано (Швейцарія)	157
Нижнетагильскъ (Ураль.)	48	С. Бернаръ "	119
Екатеринбургъ "	36	Готеборгъ (Швеція)	83
Златоустъ "	48	Эдинбургъ (Шотландія)	59
Барнаулъ (Западн. Сиб.)	24	Городъ Соленаго озера, Утахъ .	55
Семипалатинскъ (Кирг. степи) .	21	С. Франціско (Штаты Тихаго океана)	55
Акмолинскъ " "	24	Капшагадъ (Южная Африка) .	61
Вѣрный (Средн. Азія)	51		

Необходимо обратить особое вниманіе на характеръ образованія и на силу мѣстныхъ муссоновъ, циклоновъ и антициклоновъ, свойственныхъ гористымъ областямъ, въ среднихъ и высшихъ широтахъ обоихъ полушарій.

Они, не рѣдко, простираются до высотъ въ 4000 м. и являются одновременно въ небольшихъ другъ отъ друга разстояніяхъ; напр. мистрали въ Пиренеяхъ и Альпахъ, бора въ Балканахъ, на Кавказѣ и въ горахъ восточной Сибири, а также—фены (снѣго-ѣды) въ Альпахъ, Аппенинахъ, въ Закавказье и въ Тянь-Шанѣ.

Дѣйствіемъ таковыхъ вѣтровъ объясняется перемѣщеніе въ горахъ наносовъ, а также снѣжныхъ лавинъ и ледниковъ, сопровождаемое образованіемъ, иногда, опасныхъ наводненій.

На крутыхъ склонахъ горъ, кромѣ вышеуказанныхъ вѣтровъ, образуются вертикальные токи воздуха, часто значительной силы, сопровождаемые обильными осадками влаги (въ видѣ тумана, облаковъ, дождя, крупы, снѣга или града), а также—скопленіемъ, на высокихъ отвѣсныхъ возвышеніяхъ, песчаныхъ наносовъ, съ наклономъ плотныхъ навѣтренныхъ откосовъ въ 5° и до 12°.

При быстро возникающихъ циклонахъ, давленіе атмосферы значительно понижается, производя иногда ужасныя разрушенія; напр., сила циклона на островѣ Кубѣ въ 1847 г. равнялась 60 мил. паровыхъ силъ, т. е. въ 15 разъ превосходила разсчетную работу водяныхъ, паровыхъ и другихъ машинъ на земномъ шарѣ.

На высокихъ горахъ механическое разрушеніе даже плотныхъ базальтовыхъ и гранитныхъ массъ происходит весьма энергично, вслѣдствіе рѣзкихъ перемѣнъ температуры.

Способствуютъ сему: влажность, шероховатость, пористость, неоднородность и темный цвѣтъ породъ; пористые камни разсыпаются въ порошокъ, сланцеватые расщепляются по направленію сланцеватости, плотные распадаются по трещинамъ въ куски неправильной формы.

Лучшими для сооруженій слѣдуетъ считать камни, обладающіе малою теплоемкостью, напр., мраморъ, мелкозернистые плотные песчаники свѣтлыхъ цвѣтовъ, сланцеваты^е породы, бетонные массивы и т. п.

Ради уменьшенія вредныхъ воздействиій, необходимо очищать камни не только отъ деревьевъ, но и отъ мелкой растительности (травъ, плѣсени).

Разрушеніе каменныхъ породъ происходит также отъ измѣненія химического ихъ состава, черезъ прибавленіе, потерю или обмѣнъ составныхъ частей, подъ вліяніемъ атмосферы, влажности, электричества и пр. природныхъ дѣятелей; кромѣ того, въ зависимости—отъ климатическихъ особенностей мѣста, условій залеганія пластовъ и отношеній ихъ къ сосѣднимъ породамъ.

Способствуютъ разрушенію камней: 1) присутствіе въ нихъ полевого шпата, известіи, черной магнезіальной слюды, известковой роговой обманки; 2) присутствіе трещинъ, взаимно перпендикулярныхъ; 3) сосѣдство породъ, выдѣляющихъ кислоты или соли минераловъ съ большимъ химическимъ сродствомъ къ составной части камня.

Вышесказанное поясняется нѣсколькими характерными примѣрами.

Гранитъ разрушается легче, если содержать олигоклазъ и биотитъ въ крупныхъ зернахъ; при томъ, разрушеніе начинается въ мѣстахъ соприкасанія слюды къ полевому шпату; въ гранитной дресве листочки слюды находятся всегда изолированными.

Исключительно граниты съ значительнымъ содержаніемъ ортоклаза разрушаются, постепенно, по всей массѣ во внутрь, безъ образованія дресвы или груса.

Остатокъ отъ выщелачиванія ортоклаза представляетъ или чистый бѣлый каолинъ, или—при содержаніи въ гранитѣ желѣза—желтую глину.

Слюды въ остаткѣ дасть съ мелкими ея листочками, охристо-желтую жирную глину, перемѣшанную съ пескомъ, полученнымъ отъ разрушенія кварцевыхъ кристалловъ.

Порфиръ распадается часто на отдѣльные вертикальные или наклонные столбы; въ остаткѣ, отъ выщелачиванія, имѣется смѣсь землистаго кремнезема, съ охристо-желтымъ каолиномъ и съ извѣстью, если въ составѣ порфира находится олигоклазъ.

Основныя сложныя каменные породы даютъ продуктами разрушенія известковый, доломитовый или желѣзный шпатъ, а также силикаты магнезіи, отъ выщелачиванія таковыхъ получаются, чаще всего, глины съ различными примѣсями.

Глины, содержащиа въ себѣ известковыя желѣзистыя или кремневыя частицы, съ теченіемъ времени теряютъ онъя, бурѣютъ и приобрѣтаютъ пористое сложеніе (лессы), чистыя глины мало измѣняются.

Пласти тѣхъ и другихъ, не рѣдко, достигаютъ мощности больше 100 ф. въ толщину.

Относительно рельефа горныхъ склоновъ и вершинъ полезно еще замѣтить нижеизложенное.

Каждой каменной породѣ свойственна опредѣленная крутизна склоновъ, въ зависимости отъ климатическихъ условій мѣстности; отступленіе отъ сего предѣла можетъ быть только на непродолжительное время и на небольшомъ протяженіи.

Отвѣсные склоны встрѣчаются рѣдко и недавняго происхожденія; при томъ, только въ горизонтальныхъ или слабо наклоненныхъ напластованіяхъ плотныхъ песчаниковъ, известняковъ, гнейсовъ и доломитовъ; напр.,—въ Желѣзныхъ Воротахъ Бухары; въ Дарьяльскихъ Воротахъ долины рѣки Терека, въ Чертовыхъ Воротахъ долины р. Черека и т. п.

Формы горныхъ вершинъ группируются по тремъ типамъ:
1) округленная, почти гладкая, образующаяся въ мелко кристаллическихъ однородныхъ массивахъ (базальтахъ, трахитахъ); такая же съ столбообразными возвышеніями въ крупнокристаллическихъ однородныхъ породахъ (порфирахъ, гранитахъ); подобная же съ иглообразными возвышеніями въ неоднородныхъ кристаллическихъ массивахъ; 2) пирамidalная съ незначительными зазубринами, образующаяся въ сланцеватыхъ горахъ; 3) терассообразная съ каррами, указывающая, что горный хребетъ состоить

изъ наносныхъ напластованій мягкаго песчаника, известняка, мергеля и т. п. породъ, или же изъ вулканическихъ массивовъ, залегающихъ среди осадочныхъ породъ.

Нѣкоторыя осадочные породы кварцитовъ и известняковъ образуютъ формы горныхъ вершинъ, похожія на гранитные или гнейсовые столбы; напр., — т. н. Сіамскіе близнецы въ Колорадо, Бальныя залы въ Альпахъ, известняковыя и кварцитовые столбы въ Южномъ Уралѣ, въ Альпахъ и т. п.

По степени водопроницаемости; горныя породы или легко проницаемыя, или трудно проницаемыя; въ послѣднемъ случаѣ, нерѣдко, происходитъ насыщеніе пластовъ водою, т. е. образованіе плывуновъ.

Таковыя напластованія встрѣчаются во многихъ мѣстахъ на незначительной глубинѣ; причемъ, наблюдается плосковыпуклое очертаніе поверхностей водораздѣловъ.

Значительное разстояніе плывуновъ отъ поверхности земли всегда связано съ образованіемъ подземныхъ пустотъ, т. е. вызываетъ образованіе въ земной корѣ сдвиговъ, обваловъ, а иногда землетрясеній.

Тщательное изслѣдованіе геологического строенія области дастъ указанія мѣстъ, въ которыхъ плывуны находятся на незначительной глубинѣ, т. е. пунктовъ, въ которыхъ легче всего устроить или выходы, или поглощающіе артезіанскіе колодцы для грунтовыхъ водъ.

Послѣдній способъ водоотводовъ въ гористыхъ мѣстахъ предпочтительнѣе, замедляя разрушеніе напластованій грунта.

Разрушительная сила водъ горныхъ рѣкъ увеличивается присутствиемъ въ ней значительнаго количества захваченныхъ на пути твердыхъ частицъ.

Не безполезно упомянуть, что образованіе рытвинъ среди горъ представляетъ нѣкоторыя особенности.

Во многихъ мѣстахъ обломки породъ предохраняютъ поверхность отъ разрушенія, способствуя образованію отдѣльныхъ столбовъ или пирамидъ.

Чѣмъ развообразнѣе породы склона, тѣмъ запутаннѣе и сложнѣе рельефъ рытвинъ въ горизонтальной и въ вертикальной проекціяхъ.

Горизонтальная проекція представляеть всегда опредѣленную правильную кривую, если рытвина совершенно сформирована.

По всюду замѣчается отступленіе рытвинъ къ вершинѣ горнаго склона, углубленіе ихъ, образованіе воронокъ и осажденіе наносовъ въ нижней части потоковъ, а также — прѣрывы водораздѣловъ въ верховьяхъ.

Въ бурныхъ горныхъ потокахъ механическая работа на

вогнутыхъ склонахъ особенно сильна и производить глубокіе омыты.

Сила переноса потоками твердыхъ частицъ зависитъ отъ скорости и массы движущихся водь; скорость теченія уменьшается съ увеличеніемъ несомыхъ водою наносовъ.

Опытъ показалъ, что различныя частицы грунта переносятся при слѣдующихъ скоростяхъ теченія водь:

крупный иль при скорости	$1/2$	ф.	въ секунду
мелкій песокъ	"	$3/4$	"
крупный	"	1	"
мелкія гальки	"	2	"
гальки все въ дюймъ	"	4	"
плоскія гальки при	"	5	"
камни въ $1/2$ куб. ф. при	"	9	"
" " 3 " " "	14	"	"

При крутомъ уклонѣ паденія, встрѣчая на своемъ пути обломки твердыхъ породъ, вода приводить таковые во вращательное движение и сверлить ~~и~~ дно, иногда, на $1\frac{1}{2}$ фут. въ годъ, что особенно типично проявляется на террасахъ плоскогорій, состоящихъ изъ сложныхъ породъ.

Впадины въ стѣнахъ старыхъ рѣтвиныхъ склоновъ указываютъ на прежнее положеніе горизонта высокихъ водь потока, русло которого формируется, главнымъ образомъ, работою водь во время половодья; при послѣднемъ, количество водь больше меженіяго отъ 2 до нѣсколькихъ сотъ разъ.

Уничтоженіе лѣсовъ въ рѣтвиныхъ склоновъ ведеть къ увеличенію размывовъ, связанныхъ, нерѣдко, съ опустошительными послѣдствіями.

По наблюденіямъ на Кавказѣ и въ Швейцаріи, формированіе рѣтвинъ выражается повтореніемъ процессовъ: 1) протачиванія, 2) расширенія, 3) ^{заполненія} наносами и 4) унесенія наносовъ съ вторичнымъ протачиваніемъ, какъ пояснено черт. № 2.

Рѣтвины дождливаго склона въ горномъ кряжѣ всегда разнообразно расчленены и значительной глубины, доходящей, иногда, до 500 саж. (въ скалистыхъ горахъ С. Америки).

Долины горныхъ областей раздѣляются, относительно направлений, на продольныя, поперечныя и діагональныя; относительно же складчатыхъ дислокаций на антиклинальныя, синклинальныя, изоклинальныя и долины разрыва.

Слѣдуетъ принимать во вниманіе, при изученіи гористыхъ мѣстностей, дѣйствіе водопадовъ. Разрушительная сила падающихъ водь достигаетъ, нерѣдко, до 96 пуд., въ исключительныхъ же случаяхъ даже до 200 пуд. на квад. футъ. При изслѣдованіи

дѣйствія водопадовъ полезно имѣть въ виду, что найменьшая пологость откосовъ, безъ разрушенія ихъ водопадами, должна быть:

для песка	въ	$1\frac{1}{2}$	м.м.	діаметромъ	1° ,
тоже	"	1	"	"	5° ,
тоже	"	3	"	"	7° ,
для галекъ	"	"	"	"	10° ,
" валуновъ "	"	"	"	"	20° .

Сила притяженія солнца и луны оказываетъ замѣтное дѣйствіе на поверхность океановъ и вызываетъ въ нихъ подъемъ водъ на высоту до 10 саж. въ количествѣ, иногда, до 100 мил. куб. саж. Слѣдуетъ предполагать вліяніе таковой же силы на подземные горные бассейны и потоки, въ особенности—при одновременномъ прохожденіи обоихъ свѣтиль черезъ меридіанъ мѣста (въ полнолуние и новолуние).

Томсонъ и др. указываютъ, что сила^а солнечного и лунного притяженія вліяютъ на состояніе твердой земной оболочки даже въ томъ случаѣ, если послѣдняя по твердости равна стали или стеклу.

Разматриваемое вліяніе выражается, главнымъ образомъ, возбужденіемъ значительной живой силы въ горныхъ массахъ, способствующей ихъ сдвигамъ и внутреннимъ деформаціямъ. Интенсивность и характеръ послѣднихъ зависитъ, однако же, отъ многочисленныхъ физическихъ дѣятелей, измѣняющихся, для одной и той же мѣстности, въ разные періоды времени.

Распределеніе воды и суши на земной поверхности измѣнялось и измѣняется. Современные материки были одинъ или нѣсколько разъ морскимъ дномъ. На террасахъ горныхъ покатостей встрѣчаются, на различной высотѣ, наносныя напластованія, съ остатками морской фауны и флоры древнихъ геологическихъ эпохъ.

Всѣ осадочные системы представляютъ несомнѣнныя признаки пребыванія моря въ мѣстахъ образованія оныхъ.

Настоящее распределеніе воды и суши установилось нѣсколько тысячелѣтій тому назадъ и просуществуетъ еще долго; оно подвержено измѣненіямъ, вѣроятная быстрота которыхъ можетъ быть опредѣлена послѣ тщательнаго изученія мѣстной природы. При возведеніи искусственныхъ сооруженій въ гористыхъ областяхъ необходимо отличать признаки древнихъ деформацій отъ новѣйшихъ мѣстныхъ измѣненій геопластики.

Вѣрѣйшій методъ опредѣленія послѣднихъ состоитъ въ сравненіи съемокъ и нивелировокъ, произведенныхъ въ разные

періоды времени, а также въ изученіи историческихъ данныхъ относительно мѣстности.

Присовокупляется нѣсколько общихъ свѣдѣній изъ ледниковой геологіи.

Образованіе льда происходитъ или отъ пониженія температуры, или отъ преобразованія снѣга подъ вліяніемъ прониканія замерзающей воды, въ связи съ давленіемъ. Почвенный ледъ образуется внутри земной коры изъ воды, циркулирующей въ горныхъ породахъ.

Высота снѣговой линіи на горныхъ вершинахъ не постоянна, особенно въ областяхъ среднихъ и высшихъ широтъ; она измѣняется подъ вліяніемъ не только атмосферной температуры, но и направленія вѣтровъ орографіи горъ, а также—положенія склоновъ относительно солнца; напр., снѣговая линія южного склона Кавказскаго хребта на 300 до 450 м. ниже, чѣмъ таковыя же сѣвернаго склона. Табл. № 4.

Снѣгъ, накопляющійся въ высокихъ областяхъ, не остается въ нихъ вѣчно; онъ опускается внизъ ледниковыми потоками и лавинами, дающими, при растаиваніи, объемъ воды равный $\frac{1}{12}$ объема снѣга или льда.

Направленіе паденія зимнихъ лавинъ, вообще, неопределенно; весеннія скатываются по направленію осыпей вывѣтреванія. Необходимо имѣть въ виду предохраненіе отъ нихъ сооруженій, возводимыхъ по сосѣдству съ снѣговыми областями горъ. На Кавказѣ ледники развиты преимущественно на пространствѣ между Эльбрусомъ (5660 м.), Казбекомъ (5043 м.) и Пасисъ-ига въ верховьяхъ Ріона (2200 м.).

Общая площадь ледниковъ Эльборуса около 55, Казбека около 50 кв. верстъ. Снѣговая линія на сѣверномъ склонѣ находится на высотѣ отъ запада къ востоку 3.300—3.900 м.; на южномъ—2.900—3.500 м. Ниже всѣхъ спускается ледникъ Казбека—Калчиндонъ (1.700 м.). Самый большой Кавказскій ледникъ Билинги (2.428 м.), на Боготскомъ горномъ хребтѣ, отдѣляющемъ Андійскій Койсу отъ Аварскаго.

Съ Арапата спускается Аргурскій ледникъ (2.776 м.). Развитіе Кавказскихъ ледниковъ не соответствуетъ абсолютной высотѣ хребта, вслѣдствіе крутизны горъ и долинъ; общая ихъ площадь меньше ледника горы Монблана, имѣющаго около 260 кв. верстъ.

На Уралѣ ледниковъ нѣть, несмотря на низкую среднюю температуру года.

Въ общемъ, слѣдуетъ замѣтить, что количество и величина ледниковыхъ потоковъ, а также лавинъ больше въ періоды развиція ледниковъ и меньше при ихъ сокращеніи, что повторяется въ не большие промежутки времени; при томъ уклонъ поверх-

Т. № 4.

Высоты снѣговой линіи въ различныхъ областяхъ земного шара.

Области, горы.	Географи-ческая широта.	Высота снѣговой линіи надъ уровнемъ моря въ метр.	Средняя годовая температура снѣжной линіи.	Высота нижняго конца ледниковыхъ въ метрахъ.	Средняя годовая температура у нижнего конца ледник.	Степень оледенѣнія.
----------------	-------------------------	---	--	--	---	---------------------

I. Сѣверный полярный поясъ.

Сѣв. Уралъ . . .	68°47'	1460	—	—	—	Безъ ледниковъ.
Скалистыя горы (С. Амер.) (гора Гукера 5105) . .	52°	са 3000	—	са 2000	—	Одинъ ледникъ.
Скалистыя горы (С. Амер.) . .	49°—52°	2050	—	1400	—	Весьма небольшое оледенѣніе.
Скалистыя горы (С. Амер.) (Wind-River-Range) . .	43°	3800	—	—	—	Три маленьк. ледника.
Алтай, Н склонъ.	51°	2200	—	1250	—	Слаб. оледенѣн.
Татра (Венгрия) .	49°10'	2180	—	2115	—	Мал. ледники.
Альпы, Тирольскіе.	47°	2820	—3,8°	1550	—0,4°	
Высокій Таурнъ . . .	47°	2860	—3,4°	1700	—	Много большихъ ледниковъ.
Альпы, Швейцар. Центр. А . . .	47°	2750—2800	—2,8°	983—1000	+65,5°	
Альпы, Монбланъ.	46°45'	2860—3100	—	1100	—	
Кавказъ, N. Wr. S склонъ . . .	43°	2920—3730	+4,3°	1700	—	Много ледниковъ.
Кавказъ, N. Wr. N склонъ . . .	43°	3300—3900	—	2000	—	
Кавказъ, Юго-В. часть . . .	41°	4300	—2,4°	3100	—	Мало ледниковъ.
Аракатъ (Арменія).	39°42'	4250—4300	—	3090	—	Одинъ ледникъ.
Тавръ (Передн. Азія)	37°20'	2925—3250	—	—	—	Нѣть ледниковъ.
Эльбурсъ - Демавендъ (Персія) .	36°	4300	—	2900	—	Фирновые ледники.
Ливанъ (Передн. Азія) . . .	34°18'	2960	—	—	—	Нѣть ледниковъ.
Юго-В. Тибетъ .	30°	5700—6000	—	—	—	Большое оледенѣніе.
Гималаи, Н склонъ	30°—32°	5500	—	—	—	Мало ледниковъ.
S ,	—	6000	—	—	—	Оледенѣніе.
Анды Боливіи, О.	16°	4850—5040	—	—	—	
" W.	16°	5620	—	—	—	
" Перу . . .	19°47'	5650	—	—	—	Безъ ледниковъ.

ности большихъ ледниковъ (не больше 10°) превосходитъ уклонъ ложа и зависитъ отъ скорости движенія и интенсивности таянія льда.

Скорость движенія пластичныхъ, но не вязкихъ ледниковыхъ массъ отъ 20 до 50 саж. въ годъ; она почти въ 10 разъ меньше по краямъ и по дну ледника; притомъ больше лѣтомъ, чѣмъ зимою. Положеніе массъ, движущихся съ наибольшою скоростью, обнаруживается на поверхности ледника не большимъ сводообразнымъ валомъ. Вслѣдствіе не перпендикулярности элементовъ кривой максимальнаго давленія къ элементамъ максимальнаго вытягиванія, въ ледниковыхъ массахъ происходитъ образованіе трещинъ (шир. до 15 с.) и рубчатостей на поверхности послѣднихъ, подобно наблюдаемому при оползняхъ и обвалахъ наносныхъ землянистыхъ массъ.

Поперечныя трещины ледника, закрытыя, обыкновенно, на поверхности снѣгомъ, образуютъ дугообразные ряды, выпуклые въ сторону его теченія.

Механическія особенности ледниковъ, по изслѣдованіямъ Мозеля,—опредѣляются слѣдующими данными:

а) коэффиціентъ линейнаго расширенія льда, при температурѣ до 27° , на каждый градусъ 0,00005;

б) сопротивленіе вытягиванію при 0° равно 7 до 8 кил. на кв. сант.;—вслѣдствіе сего, столбъ льда въ 100 саж. высотою раздавливаетъ свое основаніе;

в) внутренняя температура состарѣвшагося ледника удерживается постоянно около 0° ;

г) давленіе ледниковыхъ массъ на препятствія столь значительна иногда, что преодолѣваетъ сопротивленіе перемѣщенію каменныхъ валуновъ въ миллионъ пудовъ. Расходъ воды въ ледниковыхъ ручьяхъ достигаетъ не рѣдко 150 куб. ф. въ секунду, отличается непостоянствомъ и зависитъ отъ времени дня и года, а также отъ состоянія погоды, орографическаго характера мѣста и пр.

СОВѢЩАНІЕ
по
ОПЫТНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ ДѢЛУ
при О. З. У.
Складъ техническихъ документовъ

№.....
Инв. №.....

Описание нѣкоторыхъ природныхъ туннелей.

Огромныя и разнообразныя массы веществъ, отлагаемыхъ минеральными источниками на поверхность земли, указываютъ, что въ нѣдрахъ земной коры, образуются пустоты весьма значительныхъ размѣровъ.

Таковыя пустоты (пещеры) издревле тревожили воображеніе людей своею таинственностью, порождая, почти у всѣхъ народовъ, поэтическія легенды о подземныхъ обитателяхъ: драконахъ, фавнахъ, феяхъ, кобольтахъ и т. п., что, какъ будто, подтверждалось выносимыми изъ пещеръ остатками неизвѣстныхъ существъ.

Новѣйшая геологія признала пещеры лишь сокровищницами остатковъ доисторического человѣка и окружавшаго его міра.

Если отверстія, выводящія воду изъ пещеръ, засоряются, то въ ней образуются нерѣдко огромныя озера; напр.: въ графствѣ Эдмондсонъ, въ южной части Кентукки, подземное царство, съ системою рѣкъ и озеръ, занимаетъ около 650 кв. километровъ.

Гумбольдтъ рассматриваетъ, по формѣ, три типа пещеръ, а именно: 1) трещинообразныя, 2) туннелеобразныя (сквозныя) и 3) сводовыя.

Однако-же, большинство пещеръ смѣшанного типа,—т. е., представляютъ отдѣльныя пустоты со сводчатыми потолками, соединяющіяся крутыми, а иногда отвѣстными каналами; напр. пещеры: Гайлінерайтеръ во Франконіи,—Трофонія (въ Крыму) вблизи Ливадіи,—Фингалова (въ Шотландіи) на островѣ Страффѣ,—Голубой гротъ (въ Италіи) на островѣ Капри,—Торгартенова—на западномъ берегу Норвегіи, длиною въ 1.000 футовъ,—Кэстльтонская (въ Англіи) въ Дербиширѣ, длиною въ 2.550 футовъ,—Адельсбергская въ Краннѣ, длиною около 8.500 футовъ.

Наибольшихъ размѣровъ природныя пещеры образуются въ доломитахъ, известнякахъ и гипсовыхъ напластованіяхъ; напр.: Антипаросная пещера (въ Греції) на островѣ Антипаросъ, длиною 1.300 ф., шириной 100 ф. и высотою 80 ф.; гроты Дарахъ въ Алжирѣ, въ которыхъ помѣщалось цѣлое племя Уладъ-ріахъ съ своими стадами; пещера Гуачаро (въ Америкѣ) въ провинціи

Кумани, длиною около 5.000 ф., шириной около 200 ф. и высотою около 100 ф.; Мамонтова пещера (въ Америкѣ) въ Кентукки на Зеленой рекѣ, длиною около 16 верстъ съ галлерейми, составляющими въ совокупности не менѣе 250 верстъ, при наибольшей высотѣ около 500 ф.; лесовые пещеры Сѣв. Китая и Монголіи, имѣющія постоянно миллионное населеніе.

Изслѣдованія пещеръ показали, что многія изъ нихъ были населены животными и доисторическими людьми, отъ которыхъ, кромѣ скелетовъ, остались костяная и каменная орудія, очаги и прочее.

Большинство пещеръ оказываютъ температуру, равную средней годовой температурѣ мѣстности.

Ледъ въ пещерахъ можетъ образоваться только въ такихъ мѣстностяхъ, где температура, въ теченіе продолжительного времени, понижается до 0° , причемъ, массивъ горы, заключающей пещеру, достаточно охлаждается; съ другой стороны, лѣтняя температура должна быть сравнительно высока, чтобы вызвать тягу отъ горы во внутрь пещеры.

Вообще говоря, чѣмъ холоднѣе зима и жарче лѣто, тѣмъ климатическая условія благопріятнѣе для пониженія температуры въ пещерахъ, что и замѣчается въ полосѣ между 45° и 55° с. ш.

Весною, лѣтомъ, иногда, и осенью струя холоднаго воздуха вытекаетъ изъ горы во внутрь пещеры; въ октябрѣ и январѣ наблюдается періодъ равновѣсія воздуха; въ ноябрѣ и декабрѣ теченіе воздуха отъ пещеры во внутрь горныхъ трещинъ.

Проточную водою стѣны пещеръ во многихъ мѣстахъ все болѣе и болѣе разрушаются до предѣла, при которомъ потолокъ не выдерживаетъ груза, выше лежащихъ каменныхъ массъ и проваливается, вызывая оползни, обвалы или сотрясенія въ послѣднихъ.

Характеристика подобныхъ разрушеній весьма интересна для строителя въ горныхъ областяхъ, тѣмъ болѣе, что катастрофы совершаются чрезвычайно быстро; напр.: неправильность каменоломныхъ работъ на склонѣ горы Чингель вблизи Эльма (въ Швейцаріи) вызвала обвалъ въ долинѣ Зегрифѣ, опустошившій площадь въ кв. километрѣ—(въ 1881 г.); неосторожность въ производствѣ туннельныхъ работъ вблизи Кауба и Ленда (въ долинѣ Рейна) сопровождалась разрушеніемъ возведенныхъ построекъ (въ 1875—76 г.г.) и т. п.

шить наилучшой извѣстной изысканности, а въ то же время и дешевизною, съ видомъ какъ памятника архитектурного, и нести давленіемъ и вибраціи, подъ значительной нагрузкой, и подъ значительной скоростью прохода. Для этого избрана кирпичная кладка, а для облицовки — гранитъ, а для покрытия сводовъ — гипсокартонъ, а для обрамления — мраморъ. Для облицовки и покрытия сводовъ предполагается использовать гипсокартонъ, а для обрамления — мраморъ.

А. объ англійскихъ городскихъ туннеляхъ.

(Съ чертежами на листѣ).

Замѣтка объ англійскихъ городскихъ туннеляхъ для желѣзныхъ дорогъ даетъ общую характеристику таковыхъ работъ, произведенныхъ въ Англіи въ послѣдніе 30 лѣтъ.

Устройство подземной желѣзной дороги было примѣнено въ первый разъ въ Англіи для участка Paddington - Earrington, въ 1863 г. (черт. 2).

Большая часть сего участка проходитъ подъ широкими улицами, на глубинѣ 10'; въ мѣстахъ же, гдѣ встрѣтились дома, пройдено вблизи поверхности улицъ открытыми выемками.

До 1882 года были построены четыре другихъ подземныхъ участка Столичной желѣзной дороги, а именно: Morgate-Keuington, Norgate-Algate, Aldgate-Tower, Mensionkause-Tower; притомъ, приемы постройки подвергались значительнымъ усовершенствованіямъ.

Названные участки проходятъ отчасти открыто, между бетонными стѣнками, отчасти подъ домами, площадями и надъ водостоками.

Стѣны и обратные своды туннелей устроены изъ бетона, своды изъ кирпича на цементномъ растворѣ; поверхъ бетонной засыпки сводовъ асфальтовая покрышка, двумя слоями, толщиною въ 0,012 м. каждый.

Для подземныхъ построекъ въ Англіи примѣняется чаше всего бетонъ, который дешевле кирпичной кладки при незначительной разницѣ въ вѣсѣ, куб. футъ послѣдней въ Лондонѣ вѣситъ 124 фунта, бетона же 135 фунт. Размѣры лондонского кирпича $9'' \times 4\frac{1}{2}'' \times 3''$. Отвердѣвающій въ 48 часовъ бетонъ составляется изъ 1 части портландского цемента, 2 частей песку и 4 частей песчанаго гравія.

При сложныхъ профиляхъ туннеля предпочитается кирпичная кладка, бутовая же очень рѣдко примѣняется для подземныхъ работъ.

Въ туннеляхъ подъ улицами и надъ водостоками стѣны толщиною 1,219 м., своды—0,686 м.; — подъ домами же сдѣланы утолщенія стѣнъ и сводовъ, соотвѣтственно на 50% и 30% означенныхъ размѣровъ. Подъ полотномъ дороги устроена водоотводная труба, вдѣланная на половину въ обратный бетонный сводъ туннеля, который, вообще, толщиною 0,610 м.

Отводъ воды изъ прилегающихъ къ туннелю домовъ производится, обыкновенно, черезъ одну или двѣ боковыя трубы, служащія притомъ для провѣтриванія подземныхъ проходовъ.

Пониженіе туннельного прикрытия, гдѣ требуется, достигнуто устройствомъ или эллиптическихъ сводовъ, или невысокихъ кирпичныхъ сводиковъ между потолочными желѣзными балочками, высотою не болѣе 25".

Ходъ работъ, обыкновенно, слѣдующій: разрываютъ улицу въ ночное время и поверхъ ямы укладываютъ досчатый помостъ на поперечинахъ ($12'' \times 12''$), отстоящихъ другъ отъ друга на 4'; помостъ составляется изъ двухъ рядовъ досокъ, продольныхъ ($12'' \times 4''$) и поперечныхъ ($10'' \times 3''$); послѣднія располагаются радиально въ мѣстахъ переломовъ или на перекресткахъ улицъ; по заклиненіи помоста съ боковъ, шахта углубляется, съ укрѣплениемъ стѣнокъ досчатою обшивкою и поперечными распорками; подъ каждую поперечину подводятся подпорки; когда начальная шахта готова, роютъ по бокамъ рвы на глубину, равную высотѣ туннеля, въ которыхъ производится каменная кладка стѣнъ и сводовъ.

Порядокъ производства работъ слѣдующій: по оси спроектированного прохода отмѣчаются участки длиною въ 2 или 3 сажени, за №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и т. д.; земляные и каменные работы производятся одновременно на участкахъ 1 и 7, 2 и 4, 3 и 6, наконецъ въ 5; по возведеніи опоръ устраиваются своды съ забуткою; внутреннее земляное ядро вырывается лишь по окончаніи всѣхъ каменныхъ работъ.

Земля и строительные материалы поднимаются и спускаются помощью поворотныхъ крановъ.

Бетонныя стѣнки выводились не много выше проектной высоты, по истеченіи сутокъ снимался верхній слой, не выказавшій стремленія окрѣпнуть.

Стѣны прилегающихъ къ туннелю домовъ поддерживаются столбами, верхъ которыхъ, до глубины 3,914 ф. отъ подошвы, кирпичный на цементномъ растворѣ, низъ же, до глубины обратнаго свода, бетонный.

Мидлэндская желѣзная дорога построила, въ теченіи четырехлѣтія, отъ 1865 до 1868 г., туннель для двухъ путей, вблизи главнаго вокзала.

При развитіи грузового движенія оказалось необходимымъ проложить другіе два пути въ новомъ туннелѣ, который соединялся бы со старымъ въ открытой выемкѣ, огражденной стѣнами изъ кирпича и бетона.

Работы по устройству нового туннеля начались въ апрѣлѣ мѣсяцѣ 1881 г. и были окончены въ февралѣ мѣсяцѣ 1884 г.

Длина туннеля 1445,82 м., часть его длиною 213,94 м. построенная открытою, была перекрыта впослѣдствіи сводомъ.

Ось туннеля искривлена въ южной оконечности по дугѣ радиуса 3218,6 м., на протяженіи 441,53 м. Разстояніе между осями старого и нового туннелей 15,2 м. у сѣвернаго и 40,2 м. у южнаго входа. Уклонъ пути почти 0,006.

Работы производились съ обоихъ концовъ туннеля и на шести промежуточныхъ между ними мѣстахъ, при шести круглыхъ шахтахъ, диаметромъ каждая въ 10' и глубиною отъ 23,77 до 31,7 м. Въ разстояніяхъ отъ сѣвернаго входа 79,46 м. и отъ южнаго 184,87 м. были устроены первыя крайнія шахты; четыре среднихъ находятся въ 187,04, 442,56, 716,14, 1025,94 м. отъ сѣверной шахты.

Возлѣ каждой изъ названныхъ шахтъ, въ 18 до 40 м. отъ нихъ, были устроены малые колодцы диаметромъ 5', до подошвы туннеля, для переноса къ мѣсту подземныхъ работъ направляющихъ линій, назначенныхъ на поверхности. По окончаніи работъ малые колодцы были заполнены, шахты же остались для провѣтриванія туннеля.

Очертаніе поперечнаго сѣченія образовано сопряженіемъ 10 окружностей; центръ дуги обратнаго свода въ ключѣ, радиусъ ея 8,001 м.; радиусъ ключевой дуги 3,429 м., бывшихъ же, послѣдовательно, 5,029, 7,925, 2,756; послѣдній соотвѣтствуетъ сопряженіямъ стѣнокъ съ обратнымъ сводомъ.

Во время производства работъ были, устроены лѣса, обыкновенной англійской системы изъ круглого лѣса, но распорки, подкосы, схватки и ключевые лежни были взяты брускатыми; притомъ, послѣдніе остались въ каменной кладкѣ ключевой заслуги.

Своды и стѣны туннеля изъ краснаго кирпича, облицовка же изъ синяго, болѣе прочнаго.

Вся толщина стѣнъ и сводовъ 0,914 м.; притомъ, на облицовку приходится 0,343 м.; послѣдняя связана съ кладкою тычковыми кирпичами. Таковою же кладкою обложены стѣнки шахтъ, при толщинѣ 0,343 м.

Каменная кладка велась отдѣльными участками, по 3,734 м. каждый; средняя арка строилась послѣ того, когда арки двухъ смежныхъ участковъ спокойно осѣли.

Ниши, ведущія къ боковому водоотводу, устроены въ разстояніи другъ отъ друга 10,058 м., по длинѣ туннеля; по оси его, подъ полотномъ дороги находится второй полукруглый водоотводъ.

Шпалы укладываются на слоѣ гравія, толщиною въ 0,614 м., подъ которымъ имѣется слой кирпичного балласта въ 0,300 м., прикрывающій глиняную забутку обратнаго свода; отъ подошвы рельсовъ до обратнаго свода 1,601 м., по оси путей.

Стоимость погоннаго метра въ металлическихъ рубляхъ:

туннеля съ нормальнымъ сѣченіемъ 580 р.

частей его подъ шахтами 698 »

шахтъ сѣченіемъ въ 10' 580 »

шахтъ сѣченіемъ въ 5', съ заполненіемъ . . . 136 »

На сколько оживленно движение по вышеупомянутымъ подземнымъ участкамъ желѣзныхъ дорогъ можно видѣть изъ статистическихъ данныхъ за послѣдніе 15 лѣтъ, указывающихъ, что, въ среднемъ, выводъ проѣзжаеть по нимъ суточно около 7500 пассажировъ въ оба конца, т. е. что въ обращеніи бываетъ нерѣдко 6 паръ пассажирскихъ поѣздовъ.

Въ послѣднее 20-тилѣтіе было построено въ Англіи нѣсколько замѣчательныхъ туннелей подъ рѣками.

Ниже изложены краткія свѣдѣнія о наиболѣе выдающихся цостройкахъ этой категоріи.

Одинъ изъ самыхъ многолюдныхъ городовъ, Ливерпуль, соединенъ съ лежащимъ на противоположномъ берегу рѣки Мерссея городомъ Биркенгидомъ посредствомъ туннеля, длиною въ 1,598 м. между входными шахтами, при ширинѣ рѣки въ 1080 м. (Чер. 1).

Какъ на обоихъ берегахъ, такъ и подъ Мерсеемъ залегаютъ пласти краснаго песчаника новой формациіи, наклонные къ Ливерпулю; лишь на небольшомъ протяженіи, со стороны послѣдняго, встрѣчены были прослойки красной глины; хотя въ меньшей степени, чѣмъ глина, но и красный песчаникъ водопроницаемъ; количество воды, скоплявшейся въ туннелѣ со стороны Ливерпуля, доходило до 22900 куб. м., у противоположнаго же берега до 19600 куб. м. въ сутки.

Глубина названной рѣки при среднемъ стояніи высокихъ водъ, въ самой глубокой части ея надъ туннелемъ, 24 метр.

Устройство моста оказалось невыгоднымъ, такъ какъ пришлось бы дать опорамъ весьма значительную высоту, для пропуска морскихъ кораблей при высокихъ водахъ.

На обоихъ берегахъ устроены подземныя станціи, отъ коихъ туннель спускается уклонами въ 0,033; средняя часть его, по на-

правлению отъ Ливерпуля, состоять изъ подъема въ 0,001, длиною 400 м., и ската въ 0,001, длиною 280 м.

Съченіе туннеля образовано четырьмя круговыми дугами; возвышение ключа надъ подошвами рельсовъ двухъ проложенныхъ въ туннель путей = 7,01 м.; чистое отверстіе въ плоскости пять свода 7,924 м.

Производство работъ было начато одновременно съ двухъ концовъ, устройствомъ двухъ круглыхъ шахтъ на каждомъ берегу.

Глубина водокачальныхъ шахтъ была 52,1 и 53,5 м., проходныхъ же 28,7 м.; стѣнки первыхъ обдѣланы желѣзомъ въ нижнихъ частяхъ, обильныхъ водою, на высоту 15,2 и 7,6 м. Обдѣлка остальныхъ частей стѣнокъ тѣхъ и другихъ шахтъ кирпичная.

Параллельно средней части туннеля, подъ обратнымъ домъ, устроена водоотводная труба, діам. 2,44 м., продолжающаяся отъ туннеля къ Биркенгидскому берегу, со скатомъ въ 0,002, и къ другому, со скатами въ 0,004, на протяженіи 280 м., и — въ 0,002 дальше до водокачальныхъ шахтъ.

Дно послѣднихъ было ниже фундамента трубы на 3,66 м.; отъ такового углубленія проходила вторая труба діам. 1,68 м., отводившая воду, — въ случаѣ чрезмѣрнаго ея накопленія, — къ запасной машинѣ.

Работы велись по обыкновенному английскому методу; пробивалась штолня высотою въ 1,8 м. и шириной въ 2,4 м., которую расширили до надлежащаго съченія, на протяженіи 9 или 12 м., послѣдовательно.

Вода отводилась изъ туннеля въ трубу посредствомъ каналовъ діам. 80 мм.; до пробивки новаго канала, между мѣстомъ для него и смежнымъ былъ оставляемъ на днѣ туннеля порогъ, съ уклономъ въ сторону водоотводного канала; порогъ при обдѣлкѣ стѣнъ выламывался.

Стѣны и сводъ туннеля обложены кирпичною кладкою на цементномъ растворѣ, у береговъ четырьмя, подъ русломъ рѣки шестью, у лѣвымъ берегомъ, толщиной каждое въ 0,148 м.; два наружныхъ кольца изъ синяго клинкера, внутрення же изъ обыкновенного краснаго кирпича; кольца связаны между собою тычковыми кирпичами и штучными камнями; растворъ для кладки 1 на 2; въ стѣнахъ устроены ниши; обратный кирпичный сводъ тоже толщиной въ 0,457 или въ 0,684 м., соответственно толщинѣ стѣнъ.

Въ мѣстахъ утолщенія каменной обдѣлки, на протяженіи около 8 м. устраивался обратный сводъ съ частями стѣнъ, до высоты 2,13 м., — остальная часть скалы оставалась безъ обдѣлки.

Къ выступамъ скалы приобдѣливались плотно сколоченнымъ ворота, для предохраненія мѣста работъ отъ наводненій.

Часть туннеля подъ ложемъ рѣки пришлось обдѣлывать весьма скоро, участками не длинище 3,6 м.

Обѣ туннельныя станціи устраивались въ пластахъ значительной твердости, но ломкихъ и обильныхъ влагою; Ливерпульская станція строилась по бельгийскому способу, т. е. кладка свода велась прежде, чѣмъ стѣны; станція и туннель освѣщены электричествомъ и первыя снабжены гидравлическими подъемными машинами.

Свѣжій воздухъ накачивается въ туннель черезъ проходныя, отработанный же удаляется черезъ водокачальныя шахты.

Водоотводная труба круглой формы, діам. 2,438 м. въ береговыхъ частяхъ, подъ поломъ же туннеля въ средней части 2,134 м. переходъ одного діаметра къ другому произведенъ на протяженіи 3,058 м. и лишь въ верхней части трубы.

Каменная обдѣлка состоитъ изъ трехъ колецъ, на цементномъ растворѣ; наружное кольцо изъ синяго клинкера, два внутреннихъ изъ обыкновенного краснаго кирпича; толщина кладки 0,343 м.

Подъ каменною трубою находится вторая желѣзная, уложенная до обдѣлки водоотводной штольни, отъ которой по длини отдѣляется дубовыми прокладками; труба по сторонамъ залита бетономъ; діам. ея отъ 0,457 до 0,608 м., толщина стѣнокъ 25 мм. Вблизи Ливерпульского берега стѣны круглой штольни оказались весьма влажными; вслѣдствіе значительного притока воды было необходимо вести кладку подъ защитою досчатой опалубки прибитой къ дубовымъ кольцамъ, расклиненнымъ и расположеннымъ черезъ каждые 1,372 м.; доски опалубки 2" толщиною и шириной въ 6"; каменная кладка этой части штольни состояла изъ двухъ кирпичныхъ колецъ.

Въ мѣстахъ съ обильными ключами позади каменной кладки, вода отводилась отъ мѣста производства работъ посредствомъ глиняныхъ трубокъ, вставленныхъ въ отверстія ключей; по отвердѣніи раствора трубы замѣнялись деревянными пробками и притекавшая вода уходила въ желѣзную трубу; напорт въ мѣстѣ позади стѣнокъ, измѣренный манометромъ, оказался равнымъ давленію отъ водяного столба высотою 18,2 м. въ Ливерпульскомъ и 11,9 м. въ Биркенгидскомъ концѣ штольни.

Вышеизложенный приемъ производства работъ въ штольнѣ былъ измѣненъ на небольшомъ протяженіи, гдѣ оказалось болѣе удобнымъ обдѣлать ее желѣзомъ; въ таковой части были примѣнены для буренія машины Бомона, которыми пробиваются вполнѣ гладкія штольни съ круглымъ сѣченіемъ.

Вообще же буреніе производилось машинами, въ коихъ рѣзы передвигаются посредствомъ винтообразнаго вала; нарѣзка винта

соответствует твердости пласта и темъ мельче, чѣмъ больше твердость каменныхъ породъ; во время работы рѣзцы вращаются вмѣстѣ съ валомъ; послѣдній приводится въ движение сжатымъ воздухомъ, при давлении отъ 2,45 до 2,8 атмосферъ, — съченіе поршня машины въ 305 мм. и ходъ его 457 мм.

Въ каждой водокачальной штолѣ работало 5 насосовъ, при дѣйствіи трехъ машинъ, двухъ компондъ-дифференціальныхъ и одной Вульфа, — съ противовѣсами.

Главные размѣры нижеслѣдующіе:

для насосовъ, диаметръ поршня отъ 0,508 до 1,016 м.

ходъ " " 1,524 " 4,572 "

для машинъ, диаметръ поршня " 0,508 " 1,524 "

ходъ " " 1,829 " 3,962 "

Кромѣ того, въ проходныхъ шахтахъ работало 6 насосовъ, при 6 локомобиляхъ разныхъ системъ, съ давленіемъ въ котлѣ отъ 4,55 до 5,6 атм.

Главные размѣры локомобилей:

диаметръ цилиндра отъ 0,216 до 0,305 м.

ходъ поршня " 0,305 " 0,406 "

предѣлъ качанія диаметра 1,524 м.

Вышеозначенными машинами поднимались и спускались люди, лошади и материалы.

По окончаніи работъ въ туннелѣ были устроены вентиляторы.

Работы по устройству Мерсейского туннеля были начаты въ 1879 и окончены въ 1884 г. Въ шесть рабочихъ дней пробуравливалось не болѣе 30 мет.

Въ первый годъ эксплуатациіи туннеля было провезено 26 мил. пассажировъ и 45 мил. пуд. грузовъ.

Въ исторіи туннельного дѣла постройка Севернскаго подземнаго прохода представляетъ выдающійся примѣръ успѣшной борьбы инженернаго искусства съ природными препятствіями.

Междѣ Уэльсомъ и берегомъ Южной Англіи находится продолговато-воронкообразная Бристольская бухта, подходящая къ устью рѣки Северна; послѣднее расположено въ долинѣ съ крутыми скалистыми покатостями. Во время морскихъ приливовъ массы проточной воды задерживаются и затопляютъ долину, въ которой складываются иль и другіе наносы.

До 1879 года существовалъ въ этой мѣстности единственный путь сообщенія, дорога, расположенная въ 19 верстахъ отъ теперешняго туннеля; она устроена на мостахъ съ высокими опорами; общее протяженіе 1269 м. занято: двумя желѣзными мостами, каждый отв. 99,7 м., пятью по 51,2 м., 13 по 41 м., однимъ

пролетомъ въ 40,8 м. и двухплечевымъ поворотнымъ мостомъ въ 60 м. длиною.

Рѣшено было устроить туннель длиною въ 7,262 килом., для сокращенія дороги между Бристолемъ и весьма промышленнымъ южнымъ Уэльсомъ.

Геологическія развѣдки и прорытіе въ 1873 г. пробной шахты глубиною 61,2 м. опредѣлили, что самые обильные водою ключи встрѣчаются въ мергелевомъ пластѣ. Нижняя часть пробной шахты изогнута, съ уклономъ въ $1/8$.

Работы по устройству водоотводной штолни начались въ 1877 г. отъ углубленной старой шахты, какъ водокачальной, и отъ вновь прорытой проходной глуб. 91,7 м.; штолнѣ было дана вся проектная ширина туннеля, при уклонѣ пола въ 0,01 и при высотѣ въ 2,13 м.

Въ 1881 г. оказалось необходимымъ прорыть вторую водоотводную штолнию ниже первой, въ разстояніи 3411 метровъ отъ начала штолни; притокъ воды достигъ 55000 куб. м. въ сутки и работы въ южной части на время простоялились.

Прорытіе четвертой шахты, Уэльской, дало возможность возстановить работы съ сѣвернаго конца, гдѣ было пройдено 511,1 м., при наибольшемъ суточномъ притокѣ воды въ 3053 куб. м.; хотя по установкѣ водоподъемныхъ машинъ надлежашей силы оказалось возможнымъ выкачивать 50000 кул. м. воды, но осушеніе штолни и окончаніе ея было достигнуто лишь подъ защитою воротъ, прикрепленныхъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ водолазами, работавшими подъ давленіемъ столба воды въ 15,1 м. Соединеніе штолней послѣдовало въ 1881 г.

Четыре другихъ шахты, устроенные вблизи Западной желѣзной дороги и обдѣланыя сначала деревомъ, послужили для увеличенія фронта работъ; впослѣдствіи они были обдѣланы камнемъ.

Водяной ключъ, затоплявшій штолнию, былъ заглушенъ каменнымъ столбомъ толщиною 2,13 внизу и 1,83 м. вверху, при высотѣ его 2,74 м. и ширинѣ 2,44 м.

Вторая водоотводная штолня круглаго сѣченія, внат. діам. 1,524 м., была прорыта съ помощью новыхъ шахтъ, устроенныхъ въ разстояніяхъ 609,9 м. отъ лѣваго берега и 3081,5 м. отъ праваго; работы велись съ обоихъ концовъ также подъ защитою воротъ, поставленныхъ на мѣстѣ наибольшаго притока воды; полная длина штолни 3,7 килом.

Во второй штолнѣ устроена водопроводная труба, соединенная мѣстами съ туннелемъ; толщина каменной обдѣлки ея 0,343 м.

Кирпичная обдѣлка туннеля—на цементномъ растворѣ,—съ примѣненіемъ войлочной покрышки свода въ особенно влажныхъ

мѣстахъ; толщина кладки измѣняется отъ береговъ къ серединѣ и равна 0,457, 0,571 и 0,686 м.

Длина туннеля 7,262 м. при ключевой высотѣ 7,468 и наибольшей ширинѣ 7,925 м.; по серединѣ его пола устроена полу-круглая каменная труба, діам. 1,066 м.; по бокамъ — черезъ промежутки въ 20,12 м., ниши, шириной 1,829 и высотою 0,914 м. каждая.

Работы по обдѣлкѣ туннеля были окончены въ 1886 г.

Относительно производства работъ не безъинтересно замѣтить ниже слѣдующее:

При буреніи шахтъ, черезъ 1,5 илм 1,8 м., задѣлывались досчатыя ребра; на которыхъ опиралась каменная кладка, изъ синяго кирпича, толщиною 0,457 м.

Расположеніе шахтъ:

Гринлэндская	діаметромъ	3,048	м.,	по оси туннеля,
Уэльская входная	"	5,486	"	"
"	водокач.	4,572	"	на 13,7 м. влѣво отъ оси,
Южная, стар.	входная	4,572	"	по оси туннеля,
"	новая	5,486	"	"
"	старая водокач.	5,486	"	на 15,9 м. влѣво отъ оси,
"	новая	5,486	"	11,8 " вправо
Западной дороги I	"	4,572	"	по оси туннеля,
"	" II "	4,572	"	на 13,7 м. влѣво отъ оси,
"	" III "	4,572	"	по оси туннеля,
"	" IV "	4,572	"	"

Обдѣлка туннеля велась отдѣльными участками длиною отъ 3,7 до 7,3 м. сдѣплявшимися посредствомъ ступенчатыхъ выступовъ; при встрѣчѣ ключей вода отводилась съ помощью желѣзныхъ трубокъ, діам. 10 или 25 мм., которыхъ замѣнялись деревянными пробками по отвердѣніи раствора; въ таковыхъ мѣстахъ кладка производилась подъ защитою покрышки изъ листовъ волнистаго желѣза.

Части туннеля въ слабыхъ породахъ обдѣлывались прежде сводомъ, а затѣмъ съ боковъ; сводъ подpirался обрѣзками бревенъ, черезъ промежутки въ 2,29 м.; послѣдніе задѣлывались послѣ осадки свода.

Кружала состояла изъ главныхъ балокъ, діам. отъ 0,38 до 0,61 м., съ 1 или 2 поперечинами и съ 4 подкосами; верхнія балки помѣщались съ вѣнчайшей стороны свода и оставались въ кладкѣ; стѣны туннеля не нуждались въ деревянной обдѣлкѣ.

Разстояніе между смежными балками было около 0,76 м.; они располагались такъ, чтобы каждая въ новомъ кольцѣ кладки на-

ходила себѣ опорное мѣсто въ старомъ, между двумя задѣланными въ него балками.

Досчатыя ребра для кладки свода опирались на стѣны или на деревянныя подпорки, при надлежащемъ расклиниеніи въ опорныхъ мѣстахъ.

Въ разстояніяхъ 8,223 и 7,881 килом. отъ начала туннельной линіи были встрѣчены расщелины, черезъ которыя протекала вода во время приливовъ; щели были задѣланы съ поверхности грунта, посредствомъ наполненныхъ глиною мѣшковъ, поверхъ которыхъ былъ утрамбованъ слой, въ 1,2 м. толщиною, суглинка со щебнемъ.

Размѣры водокачальныхъ машинъ, работавшихъ при постройкѣ Севернскаго туннеля, слѣдующіе:

Діам. съченія цилиндровъ	отъ 0,301 до 1,905 м.
Ходъ поршней	" 0,610 " 3,048 "
Діам. съченія поршней насосовъ	" 0,203 " 0,889 "
Ходъ ихъ	" 2,134 " 3,048 "
Произведеніе площади съченія поршня на ходъ его, P отъ 0,79 до 1,702 куб. м.	
Число ходовъ въ минуту, n отъ 6 до 12.	
Обыкновенное значеніе Pn	" 0,28 " 10,21.

$Pn = 10,21$ соотвѣтствовала одноцилиндрической балансирной машинѣ, размѣры коей,—по вышеоказанному,—1,905, 3,048, 0,889, 2,743, 1,702,—съ насосомъ одиночнаго дѣйствія.

Замѣтимъ, что Pn выражаетъ теоретическое количество воды, поднимаемой насосомъ въ минуту; практически берется не болѣе 0,8 Pn ; для 12 насосовъ, работавшихъ при Севернскомъ туннелѣ,—0,8 $Pn = 0,8 \times 71,72 = 57,38$; въ дѣйствительности получалось, въ среднемъ, 37,9 куб. м. въ минуту, т. е. 54,500 куб. м., въ 24 часа, при неполномъ дѣйствіи насосовъ.

Кромѣ насосовъ въ шахтѣ III Западной желѣзной дороги былъ примѣненъ, для выкачиванія воды, приборъ инженера Шенка, посредствомъ котораго вода поднималась на высоту 30,5 м. при давлѣніи воздуха въ 4,2 атм.

Въ штолняхъ были уложены на желѣзныхъ поперечинахъ пути, шириной каждый 0,533 м., какъ для перемѣщеній буровыхъ машинъ, такъ и для подвоза и отвоза разныхъ материаловъ.

Буреніе производилось 52 машинами системы Гиша и 2 Дарлингтона; длина буровыхъ скважинъ 60 см.; средній суточный ходъ работы былъ отъ 1,7 до 3,8 м.; средній мѣсячный расходъ тонита, употребляемаго для взрывовъ, не превосходилъ 2300 килогр.

Направленіе въ штолняхъ опредѣлялось посредствомъ полыхъ трубокъ и веревочныхъ отвѣсовъ съ парафиновыми лампоч-

ками, снабженными двойными коническими крышками; геодезическая работы снаружи велись обыкновеннымъ порядкомъ; ошибка въ направлении оказалось только на 25 см., при визированіи подъ землею черезъ 4 точки.

Черезъ промежутки въ 200 м. устанавливались электрическія лампы въ 1000 свѣтъ каждой, системы Бруша; часть же туннеля съ концовъ была освѣщена керосиновыми и парафиновыми лампочками, въ 14 свѣтъ каждой, подвѣшенными черезъ 7,2 и 10 м.

Работы велись ежедневно отъ 6 час. утра до 10 час. вечера; кроме годовыхъ праздничныхъ дней, всѣ остальные считались рабочими.

Во всѣхъ шахтахъ работали безпрерывно воздушные насосы съ резервуарами для сжатаго воздуха, которымъ вентилировались подземные проходы; давленіе пара насосныхъ машинъ не превосходило 4,2 атм.

Спускъ въ штолни и подъемъ изъ нихъ вагончиковъ и рабочихъ производился посредствомъ платформъ, склепанныхъ изъ листового и уголковаго желѣза; пространство, образуемое двойнымъ днищемъ платформы, наполнялось, при спускѣ ея, водою, для равновѣсія и уменьшенія сотрясеній; на одной платформѣ можно было помѣщать 30 человѣкъ или 4 вагончика.

Вблизи южнаго конца туннеля были устроены кирпичный заводъ, мастерскія, склады и 200 домовъ для рабочихъ.

Красный кирпичъ приготавлялся изъ синяго горючаго сланца, синій же или коричневый клинкеръ — изъ глинистаго сланца угольной формациіи.

Мѣсячный расходъ угля былъ около 2630 тоннъ для всѣхъ машинъ.

Подходная линія желѣзной дороги къ туннелю съ юга, длиною въ 3,319 килом., прошла въ насыпи 1,4 кил., оставшееся протяженіе въ выемкѣ, при уклонѣ въ 0,01; сѣверная же — длиною 1,685 килом., — на протяженіи 0,819 килом. въ выемкѣ и до конца въ насыпи, при уклонѣ въ 0,011.

Западная желѣзная дорога пересѣкается съ туннелемъ въ насыпи, на разстояніи 2,786 килом. отъ начала послѣдней.

Часть оси Севернскаго туннеля, отъ 3,020 до 4,271 килом., изогнута по дугѣ круга діам. 2414 м.; длина кривой 1251, 2м., уголъ тангенсовъ $29^{\circ}41'49''$.

Б. О швейцарскихъ туннеляхъ.

Монъ-сенисскій туннель.

Гора Сенисъ (6.770' надъ ур. Средиз. моря) представляетъ плоскогорье, окруженное вершинами, высотою до 11.400', заходящими за границу вѣчныхъ снѣговъ.

По геологическому строенію Альпы однохарактерны, въ особенности на общей границѣ Швейцаріи, Франціи и Италии.

Встрѣчаемыя въ нихъ формациі приводятся къ 3-мъ группамъ: 1) обыкновенного антрацита съ примѣсью кварцевыхъ породъ; 2) оолитовъ; 3) плотнаго антрацита съ метаморфическими и сланцевыми породами.

Въ такомъ порядкѣ формациі распределены въ массѣ горъ по направленіямъ сверху внизъ.

Разстояніе отъ Тюрэна до Бардонѣша (отстоящаго отъ южнаго входа въ большой сенисскій туннель на $\frac{1}{2}$ версты) равно 82 вер. по горной желѣзной дорогѣ. На такомъ протяженіи послѣдняя имѣеть: 26 тоннелей, длиною въ сложности 7,6 вер. 15 большихъ путепроводовъ и 5 промежуточныхъ станцій (Мэн, Шомонъ, Зальбертранъ, Уль, Боляръ).

Разность уровней оконечныхъ точекъ (Тюрэна и Бардонѣша) равна 388,5 саж.; средній подъемъ означенной дороги — 0,0205, наибольшій — 0,030.

Нѣкоторыя данныя указаны на планѣ и профиля (черт. рис. 1, 2, 3, 5 и 6).

Пройдя черезъ монъ-сенисскій туннель, линія желѣзной дороги направляется къ Сенъ-Мишелью, соединяясь съ путями въ Парижъ, Ліонъ, Женеву и др.

На протяженіи 20 верстъ съверной вѣтви дороги имѣеться: 11 тоннелей, въ сложности длиною 1.493 саж., и 4 станціи (Фурно, Моданъ, Ла-Празъ и Сенъ-Мишель).

Разность горизонтовъ оконечныхъ ея точекъ (Фурно и Сенъ-Мишель) равна 209 саж., уклонъ средній — 0,021, наибольшій — 0,030.

Іосифъ Мэдайль (1832 г.) первый возымѣлъ мысль о проведении туннеля между Бардонѣшемъ и Моданомъ, но лишь послѣ смерти сего замѣчательного и несчастнаго ученаго великая идея его осуществилась.

Въ 1845 году пьемонтское правительство поручило произвести необходимыя изысканія бельгийскому инженеру Мозъ и геологу А. Зизмонди, европейскимъ знаменитостямъ своего времени. Спустя 4 года былъ представленъ подробный проектъ туннеля съ уклономъ 0,0188 къ Модану и длиною въ 5.501,4 саж.

Для спуска въ равнины проектировалось 9 склоновъ, въ 3,8 вер. каждый.

Вместо пары было предложено воспользоваться, при постройкѣ и эксплуатациі новаго пути, водою ручьевъ, пересѣкающихъ его направлениe.

Работы по пробивкѣ туннеля полагалось вести съ помощью постоянной гидравлической машины, установленной въ начальныхъ штолняхъ.

Осуществленію сего проекта помѣшали финансовые затрудненія въ 1848—1849 гг.

Въ 1856 г., комиссія изъ инженеровъ: Гранди, Граттони и Соммелье—принялась за разсмотрѣніе старыхъ проектовъ и выработку по нимъ новаго, наиболѣе подходящаго къ экономическимъ соображеніямъ и многочисленнымъ даннымъ, собраннымъ за истекшее время.

Подъ руководствомъ сихъ инженеровъ осуществилась идея, которой, по истинѣ, можетъ гордиться человѣчество.

Въ 1857 году 31 августа была взорвана первая мина собственноручно королемъ Сардиніи.

Первою заботою технической дирекціи работъ было устройство дорогъ и каналовъ, проводившихъ воду (изъ ручья Мезеле съ южной,—изъ Арка съ сѣверной стороны) къ туннелю, начатому съ двухъ концовъ; а также постройка мастерскихъ, конторъ, складовъ, жилыхъ помѣщений и т. п.

Въ 1858 году, инженерами Борелли и Копелло, были окончены геодезические работы, обеспечившія успѣшную встрѣчу двухъ штолнь, начатыхъ обыкновенными способами буренія.

Въ январѣ 1861 года были пущены въ дѣло усовершенствованныя пневматическая машины для буренія—со стороны Бардонѣша, а спустя два года—со стороны Фурно.

Въ 1870 г. 21 декабря, минеры Франціи и Италіи соединили свои штолни; оставалось уширение послѣдней части туннеля и сооруженіе въ немъ желѣзного пути.

17 сентября 1871 года прошли отъ Тюрэна первые три поѣзда при рукоплесканіяхъ народа, собравшагося встрѣчать и радоваться знаменательному событию прогресса человѣческихъ знаній.

Устроенный туннель оказался длиною въ 5.732,29 саж. (11 вер. 232,29 саж.).

Высота левого входа в туннель равна 605,21 саж. (наиболее высокую Средиземного моря), северного же 543,09 саж. Такие высоты для самой возвышенной части туннеля равны 606,65 саж. Днище верхней горы 154,45 саж. расстояние от подошвы рельсовъ до нульминимумной части прохода до поверхности земли по отвесу, 1.034,6 фут.

По направлению от Бардонаца до Фурно, Мон-сеписский туннель имеетъ следующее:

Узлы	Высоты въ саж.	Длинны въ саж.	Подъемъ и скатъ въ саж.
Порты	0,0005	374,80	0,18740
Порты	0,0010	1.080,98	1,32750
Порты	0,0005	1.218,37	0,60918
Платформы (въ саж.)	0,0000	187,50	0,00000
Скакъ	0,0280	1.540,89	30,8188
Скакъ	0,0280	1.380,00	31,7490
Всего склоновъ	—	5.732,29	Ср. ск. $\frac{52,558}{2.920,69}$ 0,0214

Въ поперечномъ сечении онъ устроенъ для 2-хъ путей: периметръ сечения свода представляетъ кривую о семи центрахъ, причемъ имеется:

- высоту отъ подошвы рельсовъ до апогея свода. 194'
- ширина въ плоскости подошвы рельсовъ. 258'
- наибольшую ширину въ разстояніи 4-хъ футъ отъ означенной плоскости. 263'

По обѣимъ сторонамъ путей устроены тротуары, шириной въ 2' 5" каждыи.

Для удобства вентиляціи работы велись по прямолинейному направлению, но затѣмъ прорыты были на концахъ туннеля двѣ выемки, изъ которыхъ ложная — длиною 118 саж., северная — 162,4 саж. въ склонности 280,4 саж.

Въ означенныхъ разработанныхъ проложены желѣзные пути, два же прямолинейныхъ конца прохода остаются открытыми, ради вентиляціи.

Всѣ длины криволинейныхъ путей 567,36 саж.; причемъ южный 354,88 саж. съ наибольшимъ подъемомъ 0,03, северный 212,48 саж. со склономъ 0,023; длина прямой 5.453 саж.; действительное протяженіе по оси путей туннеля 6.020,36 саж., присоединивъ къ нему 269,29 саж. прямыхъ концовъ, получилась полная длина подземныхъ переходовъ, по оси путей 6.289,65 саж.;

между тѣмъ, длина означенныхъ переходовъ, по ихъ осямъ, равна $5.732,29 + 280,40 = 6.012,69$ саж. Черт. рис. 3 и 4.

Слѣдующая табличка даетъ понятіе о качествѣ грунта, перечисленного туннелемъ.

По направлению отъ Модана до Бардонѣша.

Профиль внѣшнія.	Профиль внутрення.	НАЗВАНІЕ ГРУНТА.
831 саж.	982 саж.	Плотная земля.
249 »	182 »	Кварцевыя породы.
140 »	164 »	Плотные сланцы и доломиты.
4.512 »	4.404 »	Слоистые сланцы.
5.732 саж.	5.732 саж.	Длина профиля.

339,6 саж. съ южной стороны и 431,5 саж. съ сѣверной были прорыты обыкновенными способами, остальная 4.961,19 саж. проуравлены съ помощью машинъ.

Вблизи города Бардонѣша, возлѣ ручья Рошмолль были устроены мастерскія съ жилищами для рабочихъ и складами материаловъ. Отъ нихъ, на протяженіи 375 саж., шла дорога къ туннелю, по берегу названного ручья, соединявшаяся со вторыми мастерскими, назначенными для ремонта буровыхъ инструментовъ.

Главный складъ пороха былъ помѣщенъ почти при сліяніи ручья Мэлезэ съ Мордовиномъ.

Вода первого изъ нихъ къ мастерскимъ проводилась по каналу, длиною 1.406 саж. и среднею шириной въ 4', прикрытому на всемъ протяженіи сводиками или каменными плитами.

Означенный каналъ проходилъ подъ многими ручьями и перекъкалъ Мордовинъ по мосту-водопроводу.

Кромѣ сего, были устроены гидравлическія сооруженія для приема, очищенія и отвода воды, которой расходъ въ среднемъ былъ 35 куб. фут. въ секунду.

Отъ сѣверной стороны туннеля мастерскія расположились возлѣ ручья Шармѣ, вблизи города Фурно, въ разстояніи 1.166 саж. отъ Модона и раздѣлялись тоже на два отдѣленія: первое—внизу, по рѣкѣ Аркѣ и по дорогѣ къ туннелю; второе—по откосу горы у начального мѣста работъ, на 49,6 саж. выше водь Арка.

Каналъ отъ мѣста сліянія ручья Шармѣ съ Аркомъ шелъ параллельно послѣднему, на протяженіи 300 саж., до высоты расположения водоспуска (20' надъ горизонтомъ водь этой рѣки); ниже

спуска онъ входилъ въ сливной каналъ, шириной 9 до 10 саж., *устроенный* на глубинѣ 20' отъ поверхности земли.

Найменьшій расходъ воды, доставлявшейся для работъ означенными путемъ, былъ 212 куб. фут. въ секунду.

Второй каналъ отъ ручья Шармэ доставлялъ воду для вентиляционныхъ машинъ.

Слишкомъ сильный подъемъ туннеля съ съверной стороны не позволялъ ограничиться устройствомъ простого или центробѣжного вентиляторовъ, какими пользовались въ южной штолѣнѣ.

Въ Фурно, съ такою же цѣлью, введены были нагнетательные машины, приводившіяся въ движение паденiemъ столба воды съ высоты 32,8 саж.

Часть давленія воды изъ ручья Шармэ расходовалась на движение рабочихъ станковъ малыхъ мастерскихъ.

Для соединенія мастерскихъ, расположенныхъ въ долинѣ и на скатѣ горы, была устроена автоматическая плоскость (при разности горизонтовъ въ 49 саж.).

По ней двигались два вагона-тендера, соединенные желѣзнымъ канатомъ, переброшеннымъ черезъ блокъ; верхній вагонъ, при нагружениіи его водою, опускался и поднималъ нижній—съ материалами и другими грузами.

Крѣпкій тормазъ, прикрепленный къ блоку, регулировалъ движение вагоновъ.

Привожу краткое описание механизмовъ, служившихъ для производства работъ.

Со стороны Бардонѣша имѣлось въ мастерскихъ 10 насосовъ-сифоновъ, распределенныхъ на двѣ группы такъ, что каждая изъ нихъ, а даже каждый насосъ, могли дѣйствовать врознь или совмѣстно съ другими, смотря по потребности.

Насосъ-сифонъ проходитъ однимъ концомъ въ воздушную камеру, сообщаясь вторымъ—съ водохранилищемъ.

Питательный клапанъ его открывается при наполненіи воздухомъ верхняго колѣна.

Клапанъ, проводящій изъ послѣдняго въ нижнее колѣно, разсчитанъ на меньшее давленіе, чѣмъ такой же,—закрывающій проходъ въ воздушную камеру.

Степень давленія, соотвѣтственная второму клапану, опредѣляется требуемою упругостью сжатаго воздуха.

Движеніе клапановъ регулировалось малою пневматическою машиною, постоянная же упругость воздуха камеры удерживалась сохраненiemъ опредѣленного горизонта воды (регуляціоннымъ горизонтомъ), съ помошью давленія столба воды, сообщавшагося съ камерою давленія.

Въ послѣднюю входила желѣзная труба, проводившая воду

отъ питательного канала, снабженного регуляционнымъ резервуаромъ, вмѣстимостью 12,25 куб. саж., а расположеннаго на 9,3 саж. выше камеры давленія.

Разстояніе между горизонтами воды регуляционнаго резервуара и камеры давленія было равно 12,75 саж., то же въ послѣдней и въ воздушной камерѣ—12,25 саж.

Сжатый воздухъ проводился отъ колокола желѣзною трубою, слѣдовавшей къ туннелю по направлению временной дороги, и прикрепленной къ каменнымъ столбамъ.

Условія водоснабженія мастерскихъ со стороны Фурно оказались менѣе благопріятными.

Ручей Шармѣ не обиленъ водою, рѣка же Арка (протекающая у подошвы горы, пересѣкаемой туннелемъ), даетъ, во всякое время года, значительное количество воды, но съ паденіемъ не больше 20 фут.—что недостаточно.

Вслѣдствіе сего обстоятельства оказалось необходимымъ поднимать насосами воду, на высоту 12,25 саж., въ резервуарь, изъ котораго она распредѣлялась съ соответственнымъ паденіемъ для дѣйствія нагнетательныхъ насосовъ.

Таковой пріемъ веденія работъ приводилъ къ большой потерь денегъ и силъ, что побудило къ примѣненію, впослѣдствіи, способа, стоявшаго втрое дешевле, а не требовавшаго паденія воды съ высоты въ 12,25 саж.

Приборъ, названный гидропневматическимъ насосомъ, состоялъ изъ горизонтальнаго цилиндра, сообщавшагося съ двумя вертикальными цилиндрами, отчасти наполненными водою.

Водяные столбы цилиндровъ раздѣлялись поршнемъ, прямолинейнымъ движеніемъ котораго производилось, поочередно, ихъ повышеніе и пониженіе съ сжатіемъ или расширеніемъ воздуха, наполнявшаго верхнія части цилиндровъ.

Поршень горизонтальнаго цилиндра приводился въ движение гидравлическими колесами.

Такіе же насосы были устроены и у южной оконечности туннеля, когда оказалась необходимость увеличенія расходованнаго при работахъ количества сгущенаго воздуха.

Общее понятіе о буравыхъ машинахъ.

Буравая машина представляетъ желѣзную раму изъ двухъ длинныхъ и крѣпкихъ балокъ, расположенныхъ параллельно другъ къ другу.

Внизу помѣщается буравой цилиндръ съ гнѣздомъ для дозата и конецъ трубы, проводящей сжатый воздухъ.

Поступательное движение бурава и вращение долота происходит автоматически въ предѣлахъ самой длиной буравой скважины, измѣняясь въ зависимости отъ большей или меньшей твердости скаль.

Ударъ передается поршнемъ, связаннымъ съ буравымъ стержнемъ и свободно скользящимъ въ цилиндрѣ насоса.

При своемъ колебательномъ движении поршень открываетъ и закрываетъ послѣдовательно окна, впускающія и выпускающія скатый воздухъ.

Заднія сѣченія поршня больше переднихъ; вслѣдствіе сего, при давлении воздуха, прямо пропорціональномъ поверхности давленія, поступательное движение скорѣе возвратнаго, ради усиленія удара бураваго стержня.

Стѣнки цилиндрической камеры обложены спереди и сзади воздушными матрацами, укрѣпленными для большей безопасности каучуковыми подушками.

Въ такой камерѣ поршень совершає свои стремительныя движения безъ сотрясеній насоса.

Подъ конецъ каждого прямолинейнаго хода впередъ поршень поворачивается на уголь въ 60°.

Вращательное движение производится съ помощью квадратнаго стержня, вталкиваемаго (съ нѣкоторымъ усилиемъ отъ тренія) въ соотвѣтственное гнѣзда въ тѣлѣ поршня, при поступательномъ движении послѣдняго, а вынимаемомъ, когда онъ движется назадъ.

На концѣ стержня наложенъ колесо съ шестью зубцами по окружности, поворачивающееся на одинъ зубецъ при каждомъ ударѣ бурава.

Рядомъ устанавливается переносная маленькая пневматическая машина, напоминающая устройствомъ паровыя.

Стержень ея, расширенный въ цилиндрѣ, какъ поршень, получаетъ прямолинейное движение отъ скатого воздуха, а передаетъ—вращательное зубчатому колесу, посредствомъ эксцентриковаго шипа въ видѣ пальца.

Весь буравой механизмъ прижимается сзади крѣпкою рессорою, препятствующей ему отодвигаться.

При глубинѣ буравой скважины въ 7¹/₂" рукоятка стержня, снабженная подушкою, ударяетъ въ голову рычага, препятствующаго движению рессоры, поднимаетъ его; вслѣдствіе сего, послѣдняя подвигается весь приборъ впередъ до тѣхъ поръ, пока рычагъ не встрѣтить новаго зубца.

Къ каждому бураву проведена длинная и тонкая металлическая труба, проводящая струю воды къ мѣсту, гдѣ работаетъ долото.

Весь буравой механизмъ занимаетъ пространство въ 7' дли-

ною, 10'' шириной и $1\frac{1}{2}'$ высотой; может быть притомъ быть перенесенъ двумя рабочими.

Способъ производства работъ опредѣляется слѣдующимъ извлечениемъ изъ донесенія строительной комисіи:

„Туннель представляетъ, во время производства работъ, три разнохарактерныя части.

„Въ первой изъ нихъ—всѣ работы вполнѣ закончены.

„Во второй—ведется расширение прохода: здѣсь, среди лѣса стоецъ, поддерживающихъ кружала свода и временные подмости, минеры работаютъ надъ расширениемъ сѣченія, каменьщики выводятъ стѣны, плотники устраиваютъ новыя кружала и лѣса, другія закрѣпляютъ треснувшую скалу;—всѣ работы подвигаются послѣдовательно за главными, по прорытію штолни, производимыми въ третьей части туннеля.“

„Въ штолнѣ прокладываются два рельсовыхъ пути, идущіе черезъ всѣ части туннеля и удлиняемыя постепенно укладкою 7 футовыхъ рельсовъ.

„Буравой механизмъ движется по путямъ и можетъ быть, въ случаѣ надобности, выведенъ вмѣстѣ съ рабочими вагонами къ наружнымъ мастерскимъ.

„Другіе пути, менѣшей ширины, расположены параллельно первому, и служатъ для передвиженія малыхъ вагончиковъ съ материалами и инструментами.“

„По срединѣ, между рельсами, прорыта широкая канава, постепенно удлиняемая, для укладки желѣзныхъ трубъ, проводящихъ сгущенный воздухъ, воду и свѣтильный газъ; канава сверху закрыта плотно во избѣжаніе поврежденій трубъ отъ взрыва скаль.“

„Двое дверей, сколоченныхъ изъ толстыхъ досокъ и брусьевъ, расположены въ минной части туннеля, вращаясь на крѣпкихъ петляхъ; закрытыя—защищаются отъ осколковъ, разбрасываемыхъ взрывомъ; открытыя—даютъ полную свободу занятымъ минерамъ; двери переносятся лишь только работа подвинется впередъ на 30 или 40 саж.“

„Минная камера длиною, обеспечивающею свободу въ дѣствіяхъ рабочимъ, сѣченіемъ 12' ширины и 8' высоты.“

„Впереди всѣхъ работаетъ 9 или 10 бурильщиковъ, расположаясь, частью противъ середины, частью по периметру и по оси штолни; проходъ расширяютъ одновременно по всѣмъ направленіямъ.“

„Въ распоряженіи каждого бурильщика двѣ упругія трубы, проводящія одна сгущенный воздухъ, вторая—воду.“

„Кромѣ тѣхъ, въ штолнѣ помѣщаются: начальникъ поста, 4 мастера, 2 минера, 9 рабочихъ для передвиженія буравовъ, 9 рабочихъ при машинахъ, распредѣляющихъ воду и сгущенный воздухъ, 8 рабочихъ въ помощь бурильщикамъ, 5 малолѣтнихъ при

нихъ же и 2 разсыльныхъ; всѣ 49 лицъ (или 50), составляютъ рабочій постъ.“

„Работы освѣщаются газомъ, проводимымъ изъ газометра, устроеннаго вблизи ремонтныхъ мастерскихъ.“

„Для каждого пролома заготавливаютъ 80 скважинъ, въ 2 или 3 фута глубиною.“

„Расширение периметра производится минными взрывами, следующимъ порядкомъ: по заготовленіи скважинъ, прекращается доступъ наружнаго воздуха; минеры съ своими помощниками замѣщаютъ бурильщиковъ, заряжаютъ мины, удаляются изъ пролома, запираютъ ворота и производятъ взрывъ; затѣмъ, очищается атмосфера струею сгущеннаго воздуха, удлиняется рельсовый путь и освобождается пещера отъ обломковъ.“

„Прежня артель бурильщиковъ, послѣ очистки, исправленія и установки машинъ въ надлежащее мѣсто для новаго дѣйствія, удаляется на отдыхъ; новая рабочая артель въ означенномъ составѣ, замѣщаетъ прежнюю“.

Таблица хода работъ.

Личный составъ управлениія работъ.

1) Работами завѣдало техническое управление изъ 3-хъ инженеровъ: Гранди, Грэттони и Соммелье.

Мѣстными ихъ представителями были начальники участковъ (сѣверного и южнаго) съ своими помощниками (замѣстителями).

На каждомъ участкѣ состояли: старшій механикъ, соотвѣтственное число начальниковъ постовъ по водоснабженію,—мастерскихъ и отдѣленій по виѣшнимъ работамъ; а также начальникъ туннельнаго отдѣленія, съ соотвѣтственнымъ числомъ завѣдующихъ минными постами и рабочими артелями.

2) Техническо-экономическая инспекція работъ, дѣйствовавшая подъ руководствомъ Вальвассори, слѣдила за точностью исполненія условій, опредѣленныхъ конвенціею правительства съ управлениемъ работъ.

3) Число рабочихъ, занятыхъ на каждомъ изъ двухъ участковъ туннеля, было въ зимнее время около 1.500, въ лѣтнее 2.000 человѣкъ, исключая тѣхъ, которые доставляли строительные матеріалы къ мѣсту потребности въ нихъ.

Принявъ во вниманіе семейства сихъ рабочихъ, по отзыву администраціи, населеніе мѣстности увеличилось вчетверо во время производства описанныхъ работъ.

Вся постройка стоила 75 миллионовъ франковъ; въ среднемъ выводѣ 4.617 франковъ за метръ длины.

Стоимость устройства нормальныхъ мастерскихъ при туннеле, по тогдашнимъ цѣнамъ.

1. Отчужденіе 100.000 кв. м. земли	100.000	франк.
2. Проведеніе воды къ мѣсту работъ (трубами, каналами и другими средствами)	250.000	"
3. Помѣщеніе для 9-ти насосовъ	240.000	"
4. Водоемное зданіе, 1.000 кв. м.	25.000	"
5. Ремонтная мастерскія, 1.600 кв. м.	100.000	"
6. Центральный магазинъ, 300 кв. м.	30.000	"
7. Запасный магазинъ, 240 кв. м.	24.000	"
8. Магазинъ для извести, 250 кв. м.	12.000	"
9. Магазинъ для горючихъ матеріаловъ, 900 квадр. метр.	18.000	"
10. Магазинъ для пороху	10.000	"
11. Жилой домъ для завѣдующихъ работами.	150.000	"
12. Помѣщеніе для 1.000 рабочихъ	300.000	"
13. Пріемный покой у входа въ туннель . . .	8.000	"

14. Помѣщеніе для (рабочихъ) больныхъ	8.000	франк.
15. Магазинъ для съѣстныхъ припасовъ	40.000	"
16. Стойла для лошадей, 50 шт.	10.000	"
17. Приспособленія для передвиженія мате- риаловъ	100.000	"
18. Устройство дороги къ туннелю	45.000	"
19. Ограды	10.000	"
20. Употребленіе газового освѣщенія	25.000	"
21. 8 насосовъ и гидравлическихъ двигателей.	480.000	"
22. 5 резервуаровъ	160.000	"
23. Проводъ наружнаго воздуха	60.000	"
24. Разныя принадлежности для машинъ (кра- ны, индикаторы и т. д.)	40.000	"
25. Рабочіе инструменты, ремни, передаточные механизмы и т. д.	140.000	"
26. Буравыя машины, желѣзныя трубы, рельсы, платформы, вагоны и т. п. расходы	600.000	"
Къ сему дополнительныхъ	15.000	"

Всего 3.000.000 франк.

Стоимость проѣзда отъ Тюрэна, въ металлическихъ франкахъ.

до Бардонѣща.	87 килом.	З ч. ѿзды	въ I кл.	9,60	въ II кл.	6,70	въ III кл.	4,80
» Модана . . .	106 »	3,45 » »	» I »	13,65	» II »	9,75	» III »	7,00
» Женевы . . .	308 »	9,30 » »	» I »	42,32	» II »	31,25	» III »	21,90
» Ліона . . .	335 »	12,25 » »	» I »	45,48	» II »	33,75	» III »	23,80
» Парижа . . .	800 »	21,25 » »	» I »	102,70	» II »	76,70	» III »	55,15

Порты пролива Ля-Маншъ оказывалось возможнымъ соединить (наивыгоднѣйшимъ образомъ) съ центромъ желѣзныхъ дорогъ Италіи линіями, проходившими по территоріи Франціи или же Бельгіи и Пруссіи.

Первый путь, указанный выше, былъ проложенъ черезъ Монъ-сенисскій туннель; второй—параллельно южной границѣ Бельгіи, черезъ щіонвиль, Меъцъ, Страсбургъ, Мюльгаузенъ, Люцернъ, Сенъ-готардскій туннель къ Милану, опредѣлился короче первого на 140 верстъ.

Послѣднее обстоятельство вызвало предпріятіе съ цѣлью сокращенія Монъ-сениссаго пути посредствомъ прорытія Симплонскаго и Сэнъ-бернардскаго туннелей и устройства новыхъ желѣзнодорожныхъ линій.

Сэнъ-готардскій туннель.

Концессія на производство работъ по устройству Сэнъ-готардскаго туннеля была одобрена въ началѣ—международная же конвенція—утверждена въ концѣ 1869 года

Сѣверная подходная къ сему туннелю линія желѣзной дороги идетъ отъ г. Люцерна по берегу Фирвальдштетерскаго озера, касаясь Цугскаго, и отъ г. Швица направляется прямо на югъ по долинѣ рѣки Рейсса; южная же состоить изъ двухъ вѣтвей, а именно: первой идущей по мосту черезъ озеро Люгано, къ долинѣ рѣки Тичино и по сей послѣдней къ туннелю; второй—отъ города Галляратъ, по берегу озера Ляго-Маджiore, къ долинѣ означенной рѣки; обѣ вѣтви соединяются на ст. Каденаццо въ 9 верстахъ отъ г. Беллинцона, связанного рельсовымъ путемъ съ г. Логарно. (Черт. рис. 5 и 6).

Длина туннеля почти 14 верстъ; сѣверное входное отверстіе его возвышается надъ уровнемъ Средиземнаго моря на 519,6 саж., южное на 536,5 саж.

Отъ сѣвернаго входа туннель поднимается на длину 7 верстъ до высоты 539,7 саж. надъ уровнемъ моря, т. е.—съ среднимъ подъемомъ въ 0,00582 саж.; затѣмъ, слѣдуетъ скать въ 0,0011 саж. на протяженіи 6,89 вер. къ южному входу туннеля; оба раздѣлены площадкою длиною въ 55 саж.

Второй подъемъ былъ увеличенъ вдвое противъ проектнаго, ради избѣжанія пласта, изобилующаго водою.

Туннель устроенъ для двухъ путей; въ поперечномъ сѣченіи имѣть ширину 25 фут. на горизонтъ рельсовъ, а 26'3" на высотѣ 7' отъ ихъ подошвы; возвышеніе ключа надъ плоскостью послѣдней 19'8".

Работы начались, какъ обыкновенно, устройствомъ малой разведочной галлерей въ 8' высоты и 8 $\frac{1}{2}$ ' ширины.

Таковая галлерея по направленію вершины свода подвигалась каждый разъ на 100 или 120 саж. впередъ, а затѣмъ производились работы для ея расширенія и укрѣпленія.

Малыя галлерей пробивались съ помощью машинъ, спроектированныхъ инженеромъ Колладономъ для Сениссаго туннеля.

Буравыя скважины имѣли обыкновенно 3 $\frac{1}{2}$ фут. глубины. Число таковыхъ, зависящее отъ породы и твердости встрѣ-

лри

чаемыхъ скалъ, измѣнялось отъ 16 до 26, на съченіе развѣдочной галлереи, равное 1,28 кв. саж.

Когда послѣдняя оказывалась длиною въ 20 или 25 саж., послѣдовательными, въ два или три приема, взрывами динамита расширяли ее.

По возведеніи свода необходимо утолщалась каменная обѣлка галлереи на столько, чтобы разстояніе отъ лотка до ключа было равно 23'.

Съ теченіемъ восьмилѣтняго срока производства работъ были приняты къ дѣлу буравыя машины системъ Дюбуа и Франсуа, Макъ-Кина и Ферру, а также другихъ, усовершенствованныя въ различныхъ отношеніяхъ.

Магазины пороху и динамиту были расположены для безопасности достаточно далеко отъ мѣста производства работъ.

Передняя стѣнка развѣдочной галлереи называется фронтомъ долбленія.

Въ 100 или 120 саж. отъ фронта долбленія въ сторону выхода выламывались скалы, направо и налево отъ оси туннеля, до надлежащей его ширины и выводилась каменная обѣлка, называемая опалубкою.

Въ разстояніи 100 или 150 саж. другъ отъ друга, на мѣстѣ производства таковой, устроены были колодцы, съ горизонтальнымъ съченіемъ въ 100 квадр. футовъ, глубиною до уровня лотка туннеля.

Отъ колодцевъ шли въ обѣ стороны поперечные штолни.

Во всѣхъ галлерейахъ были уложены узкоколейные желѣзные пути, по которымъ передвигалось пневматическими локомотивами много вагончиковъ, наполненныхъ материалами, инструментами, осколками взорванныхъ скаль и т. п.

Такимъ распределеніемъ работъ достигнуто было значительное ускореніе въ ихъ производствѣ.

Галлереи Сэнъ-готардскаго туннеля ежедневно подвигались впередъ на 10 или $12\frac{1}{2}$ футовъ съ каждого конца, между тѣмъ при прорытии Сенисскаго туннеля—лишь на $7\frac{1}{4}'$, хотя твердость грунта и обилие почвенныхъ водъ въ послѣднемъ оказывались меньше, чѣмъ въ первомъ.

Причиною сему было большее развитіе практическихъ свѣдѣній по пробивкѣ грандіозныхъ туннелей.

Сэнъ-готардскій туннель пересѣкаетъ слѣдующіе пласты горныхъ породъ, именно: 50% всего протяженія пройдено въ гнейсовыхъ и гранитныхъ скалахъ, 25% въ сланцевыхъ и 25% въ известковыхъ.

Работы начались съ двухъ сторонъ: съ сѣвера, отъ Гашенена, и съ юга, отъ Айролѣ, въ сентябрѣ мѣсяцѣ 1872 года; окончены же—спустя 8 лѣтъ, подъ наблюдениемъ Л. Фавра.

Движеніе буравовъ и локомотивовъ, а также вентиляція, галлерей Сэнъ-готардскаго туннеля, производились силою паденія воды, обильныхъ ею ручьевъ и рѣчекъ прилежащей мѣстности.

Таковое паденіе воды съ высоты отъ 38 до 76 саж., развившее силу до 1.000 паровыхъ лошадей, двигало турбины, соединенные передаточными механизмами съ насосами.

Сгущеннымъ воздухомъ послѣднихъ исполнялись необходимыя работы для дѣйствія буравовъ, вентиляционныхъ и другихъ машинъ.

Обыкновенно съ каждого конца туннеля было занято 400 рабочихъ, снабженныхъ лампами.

Въ среднемъ выводѣ, необходимо принимать, что количество испорченного воздуха въ часъ, отъ дыханія рабочаго и горѣнія его лампы, равно 1,31 куб. саж.; отсюда для 400 рабочихъ въ часъ требуется 524 куб. саж..

Среднее количество динамиту для взрывовъ въ сутки было 18,75 пуд., съ каждой оконечной стороны туннеля, или = 31,25 фунт въ часъ.

Взрывъ одного фунта динамиту портить 4 куб. саж. воздуха; почему въ часъ требуется 125 куб. саж. на 400 человѣкъ.

Въ общей сложности расходъ воздуха въ часъ: на человѣка 1,62 куб. саж., для 400—645 куб. саж..

Насосы приготавляли около 800 куб. саж. воздуха, при давлениі въ одну атмосферу.

Означеннымъ объемомъ свѣжаго воздуха, большимъ необходимаго, вытѣснялся испорченный лишь до опредѣленного углубленія туннеля: дальше воздушные токи не проникли.

Таковое неудобство оказалось возможнымъ устранить съ помощью сильныхъ всасывающихъ насосовъ, устроенныхъ на оконечностяхъ туннеля.

Хотя работы по устройству Сэнъ-готардскаго туннеля оказались значительно труднѣе по природнымъ обстоятельствамъ, чѣмъ таковыя же при прорытіи Монъ-сениссаго туннеля, однако же первыя обошли съ почти вдвое дешевле послѣднихъ и были окончены въ срокъ болѣе короткій.

Туннель съ южной стороны оканчивается кривою въ 67,94 саж. (145 м.) длиною, радиуса въ 140,57 саж. (300 м.).

Въ виду удобства вентиляціи и направленія, совмѣстно съ прорытіемъ криволинейнаго отрѣзка, былъ пробитъ прямой.

Ходъ работъ опредѣляется слѣдующею табличкою:



Г О Д Ы.	Количество въ погонныхъ метрахъ.		ИТОГО.
	отъ Гэшенена.	отъ Айролё.	
1872	18,9 (въ 1 мѣс.)	101,7 (въ 7 мѣс.)	120,6
1873	581,3 (въ 12 мѣс.)	494,3 (въ 12 мѣс.)	1.075,6
1874	1.037,1 » » »	747,4 » » »	1.784,5
1875	1.173,5 » » »	1.255,6 » » »	2.429,1
1876	1.005,7 » » »	1.020,6 » » »	2.026,3
1877	1.230,5 » » »	994,0 » » »	2.224,5
1878	1.309,0 » » »	1.229,9 » » »	2.538,9
1879	1.330,0 » » »	1.120,1 » » »	2.450,1
1880	147,4 (въ 1½ мѣс.)	123,6 (въ 1½ мѣс.)	271,0
Всего прорыто	7.833,4 (въ 86½ мѣс.)	7.087,2 (въ 94½ мѣс.)	14.920,6
Въ 1 мѣсяцъ сред. числомъ.	90,8	75,1	165,9

Стоимость работъ Сэнъ-готардскаго туннеля, опредѣленная Кэнывесть-Тотомъ, равна 47.804.300 мет. фр.; по другимъ она больше на 25%.

НАЗВАНИЕ РАБОТЪ.	Количество въ погон. метр.	Цѣна погон. метр. въ метал. фр.	Общая стоимость въ метал. фр.
Проведеніе дополнительного туннеля съ южной стороны	145	въ среднемъ 1.500	217.500
Прорытіе главнаго туннеля и водо- отводнаго канала	14.920	2.800	41.720.000
Огражденіе дороги съ устройствомъ тротуара	14.920	22	327.800
Устройство двойнаго пути	14.920	8	119.200
Каменные работы	14.920	364	5.419.800
Итого	—	—	47.804.300

Симплонскій туннель.

Симплонскій туннель, спроектированный длиною въ 16 верстъ 378 саж., представляетъ проходъ въ водораздѣлъ долинъ рѣки Роны и Диверіи.

Сѣверный его входъ на 333,1 саж., южный на 322 саж., самая возвышенная часть на 341,6 саж. выше горизонта Средиземнаго моря.

Съверная подходная линія проходитъ черезъ цѣпь Юнь, въ юрскихъ горахъ, болѣе благопріятную для ея эксплуатациі по умѣренности климата, чѣмъ области другихъ горныхъ проходовъ Швейцаріи.

Подъемы туннеля со стороны Роны, на протяженіи 2,7 вер. и скаты къ долинѣ Диверіи, на протяженіи 10,8 верстъ, не болѣе 0,011 саж. (черт. 5 и 6).

Предварительныя геодезическія работы были произведены весною, въ 1876 году, инженеромъ Ломмелемъ, при помощи базиса длиною въ 10.577 саж., избраннаго въ ронской долинѣ между станціе Григомъ и Гемзеномъ.

Базисъ былъ промѣренъ шесть разъ стальными стержнями и лентами, съ принятіемъ во вниманіе надлежащихъ поправокъ.

Средняя разница между двумя результатами измѣренія не превышала $3\frac{1}{2}$ дюймовъ.

Сътью 23 треугольниковъ было пройдено ко второму базису въ 10.552,64 саж. длиною, измѣренному между Домо и Креволою.

Второй базисъ далъ разницу четырехъ послѣдовательныхъ измѣреній въ среднемъ $12\frac{1}{4}$ дюйм.; по расчету длина его оказалась на $2'3''$ больше опредѣленной измѣреніемъ; возможное вліяніе таковой погрѣшности на длину туннеля равно 1 футу.

Нивеллировочные данные для Симплонскаго и Сэнъ-готардскаго туннелей были приняты изъ геодезическихъ работъ комиссіи, производившей, въ 1870 и 1873 гг., измѣреніе дуги меридаiana средней Европы, подъ руководствомъ астрономовъ Гирша и Плантамура.

Геологическія породы, пересѣкаемыя симплонскимъ туннелемъ, идутъ въ слѣдующемъ порядке, по направленію отъ сѣвера къ югу:

1.350 саж.—сланцевая и известковая,

2.588 саж.—амфиболическая и гнейсовая, съ примѣсью известковыхъ,

4.500 саж.—гранитовые гнейсы.

Направленіе симплонскаго туннеля отстоить лишь въ 2 верстахъ отъ р. Роны и проходить отъ Брига выше ручья Масса; симъ обеспечена возможность имѣть 10,4 куб. саж. воды въ секунду при паденіи, по мѣстнымъ условіямъ, изъ высоты $23\frac{1}{2}$ саж.

Съ южной стороны р. Диверія доставляетъ 1,36 куб. саж. воды, съ паденіемъ въ $84\frac{1}{3}$ саж.

Означенныя данныя опредѣляютъ рабочую силу въ 3.333 или 3.254 лошадей, т. е. около 2.000 полезныхъ таковыхъ же рабочихъ единицъ, изъ которыхъ каждая въ 75 килогр.

Первый проектъ прорытія симплонскаго туннеля былъ представленъ инженеромъ Вотье въ 1860 г.

Изъ многочисленныхъ затѣмъ послѣдовавшихъ проектовъ наиболѣе выдающимся, по удобоисполнимости, оказался проектъ Л. Фавра, по выгодамъ же для эксплуатациіи—инженера Ломмеля, каковой и отмѣченъ выше.

Согласно проектному расчету стоимость работъ выражалась слѣдующимъ образомъ, а именно:

устройство главнаго туннеля	74.000.000
укладка въ немъ двойного пути	1.300.000
проведеніе сѣвернаго подходнаго пути	675.000
" южнаго подходнаго пути	15.325.000
устройство желѣзной дороги отъ Гоццано къ Домо съ достройкою туннеля	12.000.000
т. е. въ общей сложности мет. франковъ.	103.300.000

(по другимъ свѣдѣніямъ стоимость больше на 25%).

Привожу нѣсколько замѣчаній объ указанной съемкѣ мѣстности състью треугольниковъ, изъ доклада инженера Ломмеля 3 мая 1878 г.

„Сигналы тригонометрической сѣти были устроены такимъ образомъ, чтобы облегчить установку инструментовъ на возвышенныхъ мѣстахъ стоянки и обеспечить провѣрку работъ во время ихъ производства“.

„Каждый сигналъ состоялъ изъ желѣзной полой трубы 4" въ диаметрѣ, вдѣланной на 6 или 8 дюйм. въ грунтъ, вообще каменистый“.

„Для сего выдалбливалось въ послѣднемъ соотвѣтственное углубленіе, которое служило основаніемъ каменной кладки на цементномъ растворѣ, закрѣплявшей сигналъ въ грунтѣ“.

„Кладка велась выше поверхности грунта на высоту 3'10", въ видѣ усѣченного конуса съ діаметрами основаній въ 16 и 28 дюймовъ“.

„Междуда таковымъ массивомъ и его фундаментомъ, а также поверху первого помѣщались досчатые деревянные щиты круглой формы, насаженные на трубу и сдѣпленные между собою и съ кладкою желѣзными полосами, вдѣланными въ нее“.

„Массивъ былъ оштукатуренъ цементомъ; конецъ трубы выступалъ надъ верхнею площадкою массива на нѣсколько дюймовъ; къ нему можно было прикрѣпить второе колѣно трубы съ флагомъ или крышку, съ помощью муфты и винтовъ“.

„Плоская крышка служила подставкою для теодолита, который прикрѣплялся къ ней съ помощью металлическаго стержня, входившаго во втулку инструмента“.

„Концы стержня, немного сплюснутые и обдѣленные, какъ винты, ввинчивались въ верхній деревянный щитъ“.

„Сопротивлениe винтовъ закрѣпы инструмента опредѣляетъ неподвижность его, при вращательныхъ движеніяхъ лимба“.

„Отмѣченный способъ прикрѣплениa теодолита былъ необходимъ, въ виду обстоятельства, что на значительныхъ высотахъ надъ горизонтомъ моря, въ особенности при каменистомъ грунтѣ, обыкновенный способъ установки инструмента не возможенъ“.

„Порывы вѣтра, при пониженной температурѣ воздуха, ежеминутно угрожаютъ опрокинуть и инструментъ, и наблюдателя“.

„Измѣреніе угловъ велось теодолитами, имѣвшими горизонтальные круги въ 7 дюйм. діаметра“.

„Число повтореній измѣренного угла было десять“.

„Всѣ повторенія дѣлались слѣва вправо, по послѣднѣи пяти наблюденій труба поворачивалась въ горизонтальной плоскости на уголъ въ 200° (что равняется 180° обыкновенного дѣленія круга). Горизонтальные круги теодолитовъ были раздѣлены на 400° каждый“.

„Вліянія рефракціи свѣта и другія поправки принимались во вниманіе лишь по окончаніи всѣхъ наблюденій“.

Сенъ-Бернардскій туннель.

(Монъ-бланскій).

Въ 1879 году техническимъ директоромъ Симплонской компаніи, инженеромъ Ломмелемъ, была помѣщена въ Лозанской газетѣ записка слѣдующаго содержанія: „линія черезъ Монбланъ, по сравненію съ Симплонской, на протяженіи отъ Калѣ до Плезанса, -длиннѣе на 126 верстъ; разница высотъ наиболѣе возвышенныхъ частей означенныхъ туннелей въ 234 саж.; причемъ первый не только выше Симплонского, но и требуетъ подходныхъ линій на 110 верстъ длиннѣе; по сему, проведеніе большого туннеля черезъ Монбланъ будетъ лишнимъ“.

Однако же изыскательныя работы по отношенію послѣдняго выказали противное.

Линія черезъ Плезансъ совпадаетъ съ главнымъ торговымъ путемъ отъ Калѣ въ сѣверную Италію и на Востокъ; имѣеть протяженіе, отъ означеннаго порта до Піаченцы, лишь на 5,4 версты больше пути черезъ Сенъ-Готардъ, какъ это указано въ нижеслѣдующей сравнительной табличкѣ, составленной по даннымъ, опредѣлившимся изслѣдованіями инженера Л. Шабло (Louis Chablop). (См. табл. на стр. 91).

Изъ отмѣченныхъ путей самыми выгодными для эксплуатации оказываются сенъ-готардскій и сенъ-бернардскій; послѣд-

Разстояние въ верстахъ отъ Кале.

— 54 —

Чрезъ Монь-Сенисъ.	Чрезъ Монь-Бланъ.	Чрезъ Симплонъ.	Чрезъ Сенъ-Готардъ.
до Амьена	149,4	до Амьена.	96,3
» Парижа	117,9	» Парижа	311,4
» Фонтэнебло	63,9	» Фонтэнебло	334,8
» Шалона	276,3	» Шалона	11,7
» Бурга	69,3	» Бурга	6,9
	676,8		
» Амбэрэз	27,9	33,4	47,7
» Кюло	45,0	24,3	13,5
» Шамбери	33,3	5,4	23,4
» Модана	87,7	27,0	13,5
» Тюрэна	97,2	68,4	34,2
» Александрия	81,9	45,9	17,8
» Плаченцы	87,3	58,5	40,1
» Амьена.		до Амьена.	149,4
» Парижа		» Реймса.	144,9
» Фонтэнебло		» Шалона.	51,3
» Шалона		» Шамони.	122,4
» Бурга		» Лозанны.	278,1
» Амьена.		до Амьена.	149,4
» Парижа		» Реймса.	144,9
» Фонтэнебло		» Шалона.	51,3
» Шалона		» Шамони.	122,4
» Бурга		» Лозанны.	278,1
» Амьена.		» Нантса.	47,7
» Кюло		» Белльгарда.	13,5
» Шамбери		» Понь-де-Колонъ.	23,4
» Модана		» Этранбierъ.	13,5
» Тюрэна		» Шамуни.	34,2
» Александрия		» Аоста.	17,8
» Плаченцы		» Иврэ.	19,1
» Амьена.		» Домодосола.	10,0
» Парижа		» Пи-ди-Морина.	22,1
» Фонтэнебло		» Аерселии.	17,1
» Шалона		» Аерселии.	23,4
» Бурга		» Саноia.	17,1
» Плаченцы		» Аерселии.	40,5
» Амьена.		» Арона.	20,8
» Парижа		» Павий.	53,1
» Фонтэнебло		» Милана.	60,3
» Шалона		» Плаченцы.	62,1
		» Плаченцы	64,0
			1.090,6
			1.073,8
			1.068,4

ній,—съ проведеніемъ новыхъ желѣзнодорожныхъ вѣтвей, можетъ быть еще значительно сокращенъ, между тѣмъ сенъ-готардскій и параллельный ему симплонскій путь—въ означенномъ отношеніи представляютъ мало удобствъ; въ найхудшихъ условіяхъ находится монсенисская линія, при существующемъ ея пробѣгѣ.

Проведеніе желѣзнодорожной линіи отъ Мэзонъ-Діе къ Драси-Сенъ-Лю сравняло монъ-бланскій и сенъ-готардскій пути.

Монъ-бланскій туннель спроектированъ длиною въ 12,57 верстъ съ сѣверной подходной линіею въ 47,3 вер.

Самая возвышенная часть туннеля находится на 503,7 саж., южный входъ на 467 саж. и сѣверный на 491,6 саж. надъ горизонтомъ Средиземнаго моря.

Подземная линія главнаго туннеля представляетъ подъемъ отъ Аосты: средній—0,0124 саж., наибольшій 0,0125 с.; дальше отъ горизонтальной площадки къ Шамуни скать, въ среднемъ 0,0034 саж.—(Чер. 4, 5 и 6).

При устройствѣ подходной линіи отъ Аосты къ туннелю допущено: минимальный радиусъ закругленія въ 250 саж., 15 мостовъ въ общей сложности длиною въ 104 саж., при наибольшемъ пролетѣ въ 20 саж. и высотѣ устоевъ въ 33 саж.; на протяженіи означенной линіи имѣется—14 малыхъ туннелей, общую длиною въ 6,43 версты.

Геологическій составъ прорываемыхъ пластовъ по вышеозначеному направлению сенъ-бернардскаго туннеля, отъ южнаго входа къ сѣверу, слѣдующій:

1.060	саж.	— алюминьеваго и известковаго сланца,
75	"	первичнаго крист. гнейssa.
600	"	известковаго сланца,
2.700	"	первичныхъ породъ.
1.700	"	гнейссовыхъ и сланцевыхъ, кристаллическихъ породъ,
150	"	пористаго известняка.

Монъ-бланскій туннель проходитъ черезъ первичныя породы, самыя трудныя для буравыхъ работъ, почти на половинѣ своего протяженія; но, вслѣдствіе большой плотности таковыхъ формаций, значительно уменьшается количество каменной обдѣлки, чѣмъ вполнѣ вознаграждаются трудности пробивки туннельныхъ штолнь.

Стоимость работъ по устройству сего туннеля 72.426.000, изъ которыхъ 51.000.000 мет. фр. на прорытіе, обдѣлку подземнаго прохода и укладку въ немъ рельсовыхъ путей.

Монъ-бланскій торговыи путь, находясь почти по срединѣ между сенисскимъ и готардскимъ,—а также, представляясь болѣе прямымъ и короткимъ, чѣмъ послѣдніе, въ сношеніяхъ Англіи и

Франциі съ Востокомъ—уравновѣсилъ ихъ экономическое значение по законамъ конкуренціи.

Значеніе монъ-бланскаго туннеля въ особенности возвысится съ прорытіемъ ламаншскаго подморскаго прохода.

Грузъ, перешедшій въ вагоны изъ товарныхъ складовъ Англіі прослѣдуетъ безъ перегрузки къ набережнымъ Бриндизи, самой южной оконечности Италіі.

Монъ-Сенисъ на западѣ, Бреннеръ на востокѣ, ближайшій къ послѣднему Сенъ-Готардъ, а также Симплонъ, хотя находятся на направленіяхъ путей, идущихъ съ сѣвера къ долинѣ Ароны, почти параллельныхъ другъ къ другу, не удовлетворяютъ однако же всѣмъ потребностямъ европейскаго транзита на югъ. Монъ-бланская линія дополняетъ собою означенные пути, имѣя преимущества предъ ними по протяженію, величинѣ уклоновъ, кривыхъ и по климатическимъ условіямъ.

Хотя кульминаціонная точка монъ-бланскаго туннеля находится на большой высотѣ, но она ниже линіи вѣчныхъ снѣговъ и даже виноградника, который въ швейцарскихъ Альпахъ еще произрастаетъ на высотѣ 513 саж. надъ уровнемъ Средиземнаго моря. (Черт. рис. 5).

Сенъ-готардскій туннель лежитъ по направленію торгового пути, обхватывающаго районъ сѣверной и средней Европы, отъ промышленныхъ областей рѣки Одера до таковыхъ же рѣки Рейна, направляясь по границѣ Эльзаса къ Гавру.

Второй бассейнъ къ юго-западу отъ сенъ-готардскаго, простирающійся отъ линіи Базансонъ-Гавръ до океаническаго берега, съ южною границею по линіи Ліонъ-Бордо, направляетъ свое торговое движение на югъ черезъ проходы Монъ-Сенисъ, Монъ-бланъ и Симплонъ. (Чер. рис. 6).

Разстоянія отъ Парижа до Милана, по означеннымъ торговымъ путямъ, слѣдующія:

черезъ Сенъ-Готардъ	808	верстъ,
" Монъ-Сенисъ	859	"
" Симплонъ	751	"
" Сенъ-Бернардъ	806,5	"

Виртуальныя же величины сего протяженія, опредѣляющія издержки на провозъ и проѣздъ.

черезъ Сенъ-Готардъ	963	верстъ.
" Монъ-Сенисъ	986	"
" Симплонъ	848	"
" Сенъ-Бернардъ	880	"

Замѣтка о постройкѣ второго пути С. Готардской жел. дор.

Мостовыя дестройки на второмъ пути С. Готардской жел. дор., возводились первоначально по матеріалу, конструкціи и массивности,—такія-же, какія были сооружены на первомъ пути.

Возвышение наружныхъ рельсовъ производилось не клинообразными шпалами, а деревянными насадками; т. е., на малыхъ мостахъ — посредствомъ различной высоты подпорокъ, на большихъ-же и широкихъ мостахъ — посредствомъ наклона поперечныхъ подпорокъ, скрѣпленныхъ продольными схватками на различной высотѣ.

Впослѣдствіи, на малыхъ мостахъ наклонялась вся верхняя ихъ конструкція, что выгоднѣе, такъ какъ всѣ мостовыя шпалы могутъ быть одинакового поперечнаго сѣченія и не требуется къ нимъ насадокъ.

Отъ Швейссасена были построены новые мосты, массивнѣе старыхъ, на отдаленіи Файсъ Біаска, между Гуртнелленомъ и Вассеномъ, Наксбергомъ-туннелемъ и Гэшененомъ потому, что движение поездовъ производилось болѣе тяжелыми локомотивами, а также потому, что, согласно постановленіямъ совѣщаній швейцарскихъ желѣзодорожныхъ техниковъ, оказалось желательнымъ допущеніе меньшихъ коэффициентовъ прочнаго сопротивленія матеріаловъ.

Опытъ показалъ, что при системѣ фермъ безъ стоекъ, если шпалы уложены непосредственно на балочки, отдаленія поперечины и между ними лежащія продольные брусья могутъ быть слишкомъ обременены, чего при системѣ фермъ со стойками не случается.

Вслѣдствіе сказанного сооруженіе мостовъ лучше вести по послѣдней системѣ.

Съ цѣлью определить действительное напряженія силъ въ таковой системѣ фермъ, были произведены, подъ руководствомъ проф. Риттера, обстоятельныя наблюденія, посредствомъ индикатора, интересные результаты коихъ еще не опубликованы.

Для мостовъ между Эрстфельдомъ и Гуртнелленомъ, а равно между Вассеномъ и Наксбергомъ-туннелемъ, впервые было упо-

потреблено желѣза, распавленное по способу Томаса, какъ сказано въ отчетахъ проф. Тетмайера.

Для высокихъ мостовъ пришлось построить совершенно самостоятельный лѣса, съ строгимъ запретомъ, ни подъ какимъ видомъ не соединять таковыхъ съ существующими мостовыми конструкциями.

Близость туннельныхъ входовъ или опорныхъ стѣнъ на краю крутыхъ обрывовъ, позволяющая при большихъ мостахъ черезъ долины увеличивать лишь незначительно пролеты отъ опоръ разстояния, вызвали необходимость уменьшения длины устоевъ, и, кроме того, несимметричного расположения пути на мостахъ.

Полезно упомянуть, что на стѣверномъ участкѣ дороги имѣются большие мосты, а именно: нижний Рейсъ мостъ при р. Вагингенѣ (разстояние устоевъ 103 м., въесь желѣза 85 тонн.) и высокій Маленен-рейсъ мостъ (56,0 м. и 152,5 тонн.), собранные при постройкѣ первого пути, по оси полотна подъ два пути.

Такое расположение мостовъ было назначено съ целью проектировать въ прилежащихъ туннеляхъ наименший профиль.

Въствіе вышесказанного, пришлось сообразить съ существующими опорамиъ съ обѣихъ сторонъ узкія части и выдѣлить въ сторону желѣзныя надстройки въ начальномъ положеніи на 2,5 м., безъ прекращенія движения.

Работы были исполнены въ воскресенье въ промежуткѣ между двумя пассажирскими поездами.

На С.-Готардской дорогѣ запрещено движение грузовыхъ поездовъ по воскресеньямъ.

Вообще, въ воскресеніе дни исполняются все работы, связанные съ прекращеніемъ движения, всѣхъствіе тогоже служащимъ строительного отдѣла приходится не пользоваться сими днями отыхаха.

Общий въесь новыхъ мостовыхъ конструкцій равенъ 5229 тонн., изъ коихъ приходится 3132 тоннъ кованнаго и 20979 тоннъ литого желѣза.

Второй путь на отдѣленіи Аироле-Файдо былъ уложенъ стальнymi рельсами, въсомъ 37 кг. въ погонъ метръ, на тяжелыхъ низълитого желѣза поперечныхъ шинахъ, въсомъ въ 58 кг. л. каждая со скрытными, по 15 штукъ на рельсъ, длиною въ 21 м.

Въ большихъ туннеляхъ другихъ отдѣленій уложены стальные рельсы длиной въ 12 метръ, при въсомъ 48 кг. въ погонъ метръ, на 16 поперечинахъ, въсомъ каждая въ 60 кг. изъ литого желѣза.

Понятно, что постройка второго пути потребовала измѣненія стационарныхъ переводовъ; притомъ, въ интересахъ безопасности движения, проектировка сихъ измѣнений велась согласно принципу — избѣгать укладки стрѣлокъ противъ ширинъ т.е. направлению главнаго движения.

Кромъ конечныхъ станцій, Эрстфельдъ, Гэшенненъ, Айроле и Биаска, им'ются разъезды на обѣихъ промежуточныхъ станціяхъ Гуртнелленъ и Файдо, ради обезпеченія перехода поѣздовъ безъ продолжительныхъ маневровъ.

На другихъ промежуточныхъ станціяхъ, скрещивающейся поѣздъ долженъ быть выдвинутъ на свободный путь, раньше входа въ предѣлы станціи.

Главнейшая забота строительного управлениія, въ теченіе $5\frac{1}{2}$ лѣтъ постройки второго пути, состояла въ обезпеченіи движенія по первому пути отъ опасностей, сопряженныхъ съ сосѣдствомъ къ нему строительныхъ работъ.

Вслѣдствіе сего, были введены предохранительные устройства, изданы подробныя инструкціи и установленъ надлежащий контроль.

Расширение большихъ туннелей велось въ ночное время; при томъ, рабочія и складочная мѣста закрывались сигналами со стороны обѣихъ конечныхъ станцій.

Въ извѣстный промежутокъ времени отъ сихъ станцій поѣзда не отходили до получения достовѣрнаго извѣщенія, что „путь свободенъ“, т. е., что съ пути удалены всѣ обломки и камни, дрезины, а также, что исправлены всякія поврежденія внутри туннеля.

Надзоръ во всѣхъ болѣе длинныхъ туннеляхъ былъ обеспеченъ назначеніемъ трехъ присяжныхъ сигналистовъ, въ помощь сторожамъ, на каждомъ отдѣленіи, при телефонѣ и электрическомъ маховомъ аппаратѣ.

Телефонъ и маховой аппаратъ соединялись съ центральной станціей, помѣщенной: 1) на первомъ отдѣленіи въ сторожевой будкѣ; 2) на отдѣленіи Файдо—Гуртнелленъ на вокзалѣ послѣдней станціи и 3) на отдѣленіи Гуртнелленъ—Вассенъ—Гэшенненъ въ экспедиціонномъ буро ст. Вассенъ.

Центральная станція снабжалась доскою съ клапанами, въ родѣ употребляемыхъ въ гостинницахъ.

Каждый сигнальный сторожъ на отдѣленіи закрывалъ поворотомъ ручки индуктора принадлежащей ему клапанъ.

Только при всѣхъ закрытыхъ клапанахъ сигнальной доски, центральная станція могла отправить поѣздъ по рабочему пути или телеграфировать другой конечной станціи, что путь открытъ.

Телефонъ между сторожевою и центральной станціею помогалъ, главнымъ образомъ, объясненіемъ причины продолжительныхъ задержекъ, указанныхъ маховымъ аппаратомъ.

Изъ 3-хъ сторожей одинъ обходилъ туннель отъ середины къ верху, второй отъ середины къ низу, а третій сопровождалъ дрезины съ материалами и наблюдалъ за движениемъ оныхъ.

Совмѣстно со вторымъ третій сторожъ долженъ быть отъ нижняго туннельного портала доносить, что „путь свободенъ“.

Въ обеспеченіе совмѣстности ихъ дѣйствія, аппаратный ящи-
чекъ открывался послѣдовательными поворотами двухъ ключей.

Ежедневно, вечеромъ всѣ аппараты провѣрялись и во все время постройки не было задержекъ въ движеніи отъ ихъ неисправности.

Дѣйствія сторожей контролировались смотрителями и над-
зирателями по постройкѣ; кромѣ того, сторожа были снабжены
контрольными часами, на которыхъ отмѣчалось пребываніе ихъ на нѣкоторыхъ мѣстахъ внутри и снаружи туннелей.

Служебныя неисправности наказывались денежными штра-
фами и увольненіемъ отъ должности.

При болѣе значительныхъ дневныхъ работахъ на второмъ
пути или въ малыхъ туннеляхъ, соѣдніхъ съ первымъ, мѣста
работъ ограждались въ обѣ стороны поворотными кругами, при-
водимыми въ движение сигнальными сторожами (сигналистами).
Сигналистъ могъ сообщаться также со слѣдующею ж. д. станціе
телефономъ.

Вообще вездѣ, гдѣ пришлось вблизи первого пути работать,
перемѣщать материаалы или поперечины, находились особые сто-
рожа съ обыкновенными ручными сигналами.

При слѣдованіи поѣзда черезъ мѣсто работъ таковыя пре-
кращались.

Хотя движеніе по первому пути вызывало много затрудненій
и доильнительныхъ работъ, но оно доставляло выгоды отъ облег-
ченного подвоза строительныхъ материааловъ.

Наклонъ пути способствовалъ сему въ значительной степени,
Болѣе 6.000,000 пуд. земли и камня было доставлено поѣз-
дами для засыпки овраговъ и расширенія плотинъ; кромѣ того,
все, необходимое для работъ, количество песку, извести, камня,
дерева, желѣза для мостовъ и всѣ материаалы для верхнаго строе-
нія пути.

Перевозка производилась днемъ и ночью поѣздами, въ со-
ставѣ до 40 осей, подъ руководствомъ опытныхъ агентовъ.

Ручныхъ транспортовъ вообще не было.

Утвержденной въ сентябрѣ 1887 г. сметою на работы по по-
стройкѣ второго пути горной дистанціи назначалось 12.407.000 фр.
безъ строительныхъ %.

При постройкѣ оказалось неизбѣжнымъ, какъ выше упомя-
нуто, увеличить въсѣ желѣзныя мостовыя конструкцій, на про-
тяженіи $\frac{3}{4}$ второго пути, что увеличивало расходы на 826,000 фр.
противъ утвержденной сметной суммы.

Цѣны на работы и материаалы оказались значительно ниже

таковыхъ-же цѣнъ при постройкѣ первого пути, вслѣдствіе лучшаго знакомства съ мѣстностью, облегченного подвоза строительныхъ матеріаловъ и болѣе опредѣленнаго хода работы.

Подрядчики совмѣстно съ агентами строительного управлѣнія были отвѣтственны за соблюденіе условій безопасности движенія по первому пути.

Увеличеніе малыхъ мостовыхъ пролетовъ и расширеніе скалистыхъ выемокъ стоило 1 до 3 р. за тонну, проломъ прохода въ длинныхъ туннеляхъ отъ 4 до 6 р., въ короткихъ отъ 3 до 4,5 руб., каменная обѣлка туннелей отъ 1,5 до 4 р., каменная кладка порталовъ 6 до 8 руб., увеличеніе большихъ мостовыхъ пролетовъ 8 до 11,5 руб., наконецъ, каменная кладка поперечныхъ стѣнокъ въ туннеляхъ отъ 6,5 до 10 р. за тонну.

По мнѣнію спеціалистовъ и не спеціалистовъ, С. Готардскую дорогу слѣдовало сначала строить двухпутевою, но необходимо принять во вниманіе, что никто не предполагалъ, что второй путь потребуется въ первомъ же десяткѣ лѣтъ эксплуатациі.

Отсрочка въ сооруженіи второго пути оказалось благопріятною въ финансовомъ отношеніи, какъ видно изъ ниже указываемаго сравненія.

7 двухпутевыхъ туннелей между Роди и Файдо общею длиною въ 4282 м. стоили 6.762.339 фр., включительно съ вознагражденіемъ въ 241.000 фр., выданнымъ обществу Марсалья за измѣненіе типовъ, за затрудненія въ производствѣ работъ при уменьшеніи профилей и т. п.

Если бы тунNELи сооружались сначала по теперешнему ихъ размѣру, то пришлось бы уплатить названному обществу, по условленнымъ цѣнамъ, 6.622.349 фр. т. е. на 140.000 фр. меныше.

Но С. Готардское Общество въ теченіи 9 первыхъ лѣтъ эксплуатациі дороги, сберегло $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{2}$ на $\frac{1}{2}$ 650.000 фр., т. е. значительно больше разницы въ 140.000 фр.

Второй путь улучшилъ дорогу, вообще говоря, во многихъ отношеніяхъ.

Большое сжатіе профильныхъ сводовъ, вогнутыя стѣнки и съуженія задерживали въ туннеляхъ дымъ; расширеніе проходовъ значительно способствуетъ его устраненію; при томъ, дымовые газы распредѣляются теперь на большее количество воздуха и меныше вредны.

С. Готардская дорога двухпутевая отъ Эрстфельда до Біаско (19,19 кил.) и отъ Беллинцона до Біаско (3,15 кил.), т. е. на протяженіи 23,34 кил.

Такимъ образомъ, названная дорога теперь не уступаетъ въ провозоспособности даже двухпутевой Земеринской жел. дор., она превосходитъ Монъ-Сенинскій путь, на которомъ горный участокъ въ 75 км. съ двумя путями лишь на протяженіи 39 кил., а также превосходитъ Бреннерскую дорогу, имѣющую, послѣ 26 лѣтъ эксплуатациіи, изъ 88 кил. протяженія, два пути только между Иннсбрюкомъ и Брюксеномъ на разстояніи 41 кил.

Г. Мильзенбургскій туннель.

Десять лѣтъ тому назадъ былъ сооруженъ на жел. дорогѣ Прирейнской Германіи Фульда-Гильдерсъ-Таннъ туннель, краткія свѣдѣнія о которомъ полезно изложить, пользуясь данными, опубликованными г. Г. Обершульте.

Длина туннеля 1150 м., при уклонѣ въ 0,020; поперечная профиль обозначена чер. №. 20 и 22

Западный входъ ниже восточного на 23 м.; вслѣдствіе сего значительный въ штолѣ сквознякъ оказался бы временнымъ не только для рабочихъ, но и для надлежащаго окрѣпленія каменной кладки.

Необходимость въ уменьшениі силы сквозняка побудила строителей искривить первые 250 м. туннеля отъ западнаго входа по кривой радиуса 450 м., а также—закрыть, отчасти, входныя отверстія досчатыми огражденіями.

Туннелемъ пересѣчены напластованія известняка (179 м), краснаго и пестраго песчаника (979 м.) и базальта; послѣднія—на небольшомъ лишь протяженіи.

Красный песчаникъ быстро разрушается въ приосновеніи съ влагою и воздухомъ; при чёмъ, давленіе пластовъ на крѣпи быстро увеличивается; пестрый песчаникъ оказался значительно устойчивѣе краснаго.

Во избѣжаніе опасныхъ обваловъ обѣлка сводовъ штолни каменною кладкою велась безотлагательно, на всемъ протяженіи залеганія таковыхъ песчаниковъ.

Къ западному входу туннеля былъ сооруженъ узкоколейный подъѣздной путь, шириной въ 0,9 м., длиною въ 2,5 кил.; таکовой соединялся, 1) въ разстояніи 100 м. отъ туннеля, съ рельсовымъ путемъ за № 7, расположеннымъ на 2 м. ниже, на туннельной площадкѣ, 2) на второмъ концѣ, съ шоссеюю дорогою къ Фульдѣ.

На 7 же пути находились вагонные вѣсы и рельсовый трехугольникъ для поворота вагоновъ или поѣздовъ.

Послѣ взвѣшиванія, вагоны вталкивались на 8-й путь, расположенный на 2,5 м. выше 7-го, и тамъ разгружались.

На 1-мъ пути устанавливались прибывшие съ грузами, а на 2-мъ заготовленные къ отправлению поѣзда.

Путями за №№ 3, 4, 5 и 6 пользовались для маневровъ.

Девятый путь, съ уклономъ 0,034, былъ проведенъ къ соседней каменоломнѣ, въ виду потребности въ значительномъ количествѣ (около 2500 куб. с.) камня для туннельныхъ работъ; движение вагоновъ по нему производились посредствомъ стального каната, діаметр. 13 мм., намотанного на барабаны съ тормазами и скользившаго по каткамъ изъ мягкаго желѣза.

Вблизи туннеля производились: 1) очистка песку промывкою,—подъ крышею, ради предохраненія его отъ промерзанія, а также 2) машинная заготовка раствора (1 цементу, 4 извести и 10 песку), на особыхъ платформахъ съ рельсовымъ путемъ, шириной въ 0,4 м..

Поданный вагонами къ мѣсту работъ сырой растворъ укладывался отдѣльными пластами, изъ которыхъ каждый обеспечивалъ шестичасовую потребность.

Машинное отдѣленіе было оборудовано двумя паровыми котлами, съ допустимымъ давлениемъ въ 7 атмосферъ, и тремя воздушными насосами, изъ которыхъ одинъ (система Бургхарда) назначался исключительно для потребностей буровыхъ машинъ и кузницы.

Посредствомъ трубы, діаметр. 80 мм., сжатый воздухъ собирался въ сосудѣ, имѣвшемъ клапанъ и манометръ, при давлениі не больше 6 атм.; буровыя машины требовали лишь давлениія въ 4 атм..

Вторымъ насосомъ приводились въ движение 2 динамомашины, освѣщавшія туннель и туннельную площадку.

Третій насосъ соединялся проводами съ токарнымъ и точильнымъ станкомъ, съ круглою пилою и съ цементною машиной.

Проводы валовъ второго и третьего насосовъ могли быть соединены съ тѣмъ или другимъ, на случай поврежденія одного изъ нихъ.

Изъ двухъ котловъ всегда работалъ только одинъ, что позволяло замѣнять, послѣдовательно, одинъ другимъ, ради уменьшенія напряженія стѣнокъ и необходимой очистки или починки.

Съ котломъ соединялся нагреватель динамитныхъ патроновъ.

Патроны сохранялись въ жестяному ящику съ двойными стѣнками, между которыми проходилъ нагрѣтый паръ изъ котла.

Во избѣженіе излишняго и опаснаго нагреванія патроновъ, ящикъ съ ними помѣщался въ жестяному сосудѣ, наполненному водою, температура которой поддерживалась постоянно при 40° Р.

Всѣ работы внутри и въ туннеля производились посредствомъ локомотивовъ специальной конструкціи. Каждый локомотивъ, высотою въ 1,95 м., вѣсомъ 6800 кил., производилъ полезную движущую силу въ 1026 кил., при нормальномъ давлениі въ 15 атм.

Внизу локомотива былъ расположены холодильникъ, въ которомъ осаждался отработанный паръ, проведенный особымъ клапаномъ, впереди же локомотива—снабженный насосомъ Вестингаузена сосудъ съ известковымъ молокомъ, въ которомъ очищался отъ вредныхъ газовъ топочный дымъ, во избѣжаніе зараженія воздуха въ туннельной штолѣ, высота которой была въ началѣ лишь 2,2 м.

Каждый локомотивъ вывозилъ изъ штолни за разъ по четыре вагончика, съ грузомъ 40 куб. метр. камня, и былъ въ движеніи черезъ каждыя 20 м.

Въ таковые промежутки времени возстановлялось давленіе пара въ локомотивѣ и замѣнялась нагрѣтая вода въ холодильникѣ.

Вблизи туннельного входа были построены фахверковые бараки для бурильщиковъ, каменщиковъ и др. рабочихъ.

Работы производились порядкомъ, установленнымъ бельгійскою системою, какъ обозначено на чертежахъ.

Успѣхъ работъ по устройству нижней штолни выразился прорѣтіемъ ея на протяженіи отъ 75 до 105 м. въ мѣсяцъ; при томъ, устройство шахты оказалось неизбѣжнымъ лишь вблизи восточного туннельного входа, гдѣ появились въ напластованіяхъ песчаника обильные ключи, слабость же породъ грунта возбудила опасеніе заваловъ подземнаго прохода.

Буреніе производилось шестью машинами Фрэлиха, видоизмѣненными Егеромъ, съ ударными долотами, вѣсомъ въ 85 к. гр., дающими 500 до 600 ударовъ въ минуту; изъ шести машинъ работали одновременно только двѣ.

Стержень буроваго долота проходитъ насквозь черезъ заднюю доску цилиндра, чѣмъ предотвращаются ее поврежденія.

Буровыя скважины, шириной въ 45 мм., углублялись различно, въ зависимости отъ свойствъ горной породы.

Личный составъ рабочей партіи, при 12 часовой службѣ: 1 завѣдывающій работами, 4 бурильщика, 3 плотника и 7 рабочихъ.

На всемъ протяженіи штолни, во всю ея ширину, укладывались желѣзн. листы (толщ. 6 мм.), къ которымъ прикреплялись рельсовыя колеи, шириной отъ 0,5 до 0,9 м., для вывоза желѣзными опрокидывавшимися тачками, камня и мусора къ началу штолни; оттуда грузъ отвозился въ назначенные мѣста поездами.

Въ среднемъ разсчетѣ, суточное протяженіе выломки было 3,35 м., при расходѣ на пог. метръ штольни 8,7 кг. гр. динамита, 10,5 м. фитиля и 8 разрывныхъ капсюль, общею стоимостью ок. 6,6 руб.

На погонный метръ низовой штольни имѣется, при машинномъ буреніи:

Содержаніе рабочихъ	15,0	Въ суммѣ 46 р., на версту около 48 т. р.
Взрывчатые материалы	6,5	
Укрѣпленія	5,0	
Буровыя машины съ установ- кою	11,0	
Содержаніе буровыхъ машинъ .	6,5	
Разные расходы	2,0	

Стоимость ручного буренія меньше, но продолжительность работъ почти втрое больше, что слѣдуетъ принимать во вниманіе при распределеніи дѣла, сообразуясь съ мѣстными условіями и съ данными геологическихъ изслѣдованій.

Верховая штольня велась послѣдовательно за низовой, отставая отъ нея только на протяженіи суточной работы около 1 м.

Желательный ходъ работъ быль достигнутъ: 1) прорытиемъ колодцевъ на глубину верховой штольни, черезъ каждые 80 м., 2) ручнымъ буреніемъ въ обѣ стороны отъ каждого колодца.

Во избѣжаніе несчастнаго случая, работы прекращались съ одной стороны, когда предстояло соединеніе противоположныхъ проходовъ.

Высота верховой штольни измѣнялась въ предѣлахъ отъ 2 до 2,5 м., сообразно измѣненіямъ въ разсчетной толщинѣ свода (0,5 до 1 м.); при томъ, на участкахъ съ сильнымъ давлениемъ грунта задавалась добавочная высота штольни въ 20 см. на осадку каменной кладки.

Полъ штольни укрѣплялся подъ подошвой свода черезъ каждые 4 м.

На каждомъ посту артель состояла изъ 4 бурильщиковъ и рабочаго, обеспеченныхъ поденною платою, а также преміями за успѣхъ въ ходѣ работъ и за сбереженіе взрывчатыхъ материаловъ.

Дѣйствіями артелей каждого отдѣленія руководилъ десятникъ, отвѣтственный за правильность въ производствѣ работъ и за безопасность храненія материаловъ; учетъ послѣднихъ вписывался въ особую книгу.

Вообще говоря, въ верхней штольнѣ необходимо употреблять зарядъ меньше, чѣмъ въ нижней, ради уменьшенія опасныхъ сотрясеній грунта.

На погон. метръ нижней штольни оказалась средняя стоимость: 1) динамита и фитиля около 2,5 р., 2) деревянной опалубки около 3 р..

Возведеніе сводовъ слѣдовало за полною заготовкою верхней штольни; при чмъ, послѣдняя упреждала каменные работы лишь на 6 м., въ мѣстахъ пересѣченія неустойчивыхъ напластованій.

Пяты сводовъ укладывались на толстые доски.

Общая стоимость туннельного свода, съ выломкою боковыхъ частей верхней штольни и съ надлежащими укрѣпленіями, оказалась на пог. м. ок. 25 р.

На протяженіи участковъ съ слабымъ грунтомъ, вслѣдствіе появившихся трещинъ въ каменной кладкѣ сводовъ, послѣднія были подперты, черезъ каждые 50—100 м., желѣзными, тавроваго сѣченія въ 20 см. стропильными дугами; пята таковыхъ опиралась на двухъ боковыхъ клиньяхъ, сѣченіемъ 2×10 дюйм.

Опалубка подъ сводами состояла изъ квадратныхъ деревянныхъ брусковъ (10 см.).²

Въ наиболѣе опасныхъ мѣстахъ подъ своды подводились безотлагательно опорные части туннеля.

Растворъ составлялся изъ 1 части цемента, 4 ч. извести и 10 ч. песку; при томъ, оказалось достаточнымъ 0,33 куб. м. раствора на 1,3 куб. м. камня.

Въ мокрыхъ грунтахъ верхняя поверхность свода покрыта листовымъ цинкомъ.

Высшая стоимость кладки свода, съ растворомъ, крѣпями и опалубкой оказалась ок. 40 руб. на пог. м.

Выломка грунта въ средней и въ боковыхъ частяхъ туннеля производилась участками въ 7—8 м. длиною, съ надлежащимъ подпоромъ сводовъ подкосами; послѣдніе упирались въ отдельные бревна, связанныя продольными лежнями.

Независимо отъ сего, въ слабыхъ мѣстахъ подошвенная части боковыхъ стѣнъ укреплялись бревенчатыми огражденіями.

Общая средняя стоимость сухъ работъ оказалась отъ 12 до 14 руб. на пог. м.

Каменная кладка боковыхъ стѣнъ туннеля толщиною 0,55 до 0,8 м. производилась подряднымъ же порядкомъ, вслѣдъ за освобожденіемъ прохода отъ мусора, — съ устройствомъ фундаментовъ, по бельгійской методѣ хода таковыхъ работъ, сообразно давленію отъ свода.

Послѣднее обстоятельство было главною заботою управлениія работъ и подрядчиковъ.

Заложеніе фундаментовъ подъ стѣны туннеля, съ водоотливомъ и съ обратными арками, оказалось неизбѣжнымъ на протяженіи 700 м.

Средняя стоимость работъ и матеріаловъ по возведенію опорныхъ стѣнъ не превысила 40 р. на пог. метръ туннеля, таковая же стоимость обратныхъ арокъ (толщиною 0,5 м.) 16 р.

На время работъ по заготовкѣ котлована и по постройкѣ обратныхъ арокъ, стѣны распирались расклиниенными на концахъ бревнами, на которыхъ были расположены рабочіе пути.

Вода изъ котловановъ выкачивалась ручными насосами и отводилась по трубамъ изъ оцинкованныхъ желѣзныхъ листовъ.

Каменная водоотводная труба, съченіемъ (16 д.)², построенная по серединѣ туннельного пола, съ боковыми стѣнками въ 28" и съ верхними плитами въ 5" толщиною, стоила ок. 6 р. на погонный метръ.

Порталы туннеля отдѣланы такимъ же песчаникомъ, какой былъ доставленъ для внутреннихъ его стѣнъ, и отчасти краснымъ камнемъ, выломаннымъ при устройствѣ подземнаго прохода.

Толщина стѣнъ водосточнаго портала, прилежащаго къ неустойчивымъ напластованіямъ, отъ 2 до 3 м.

Примѣненная для взрывовъ смѣсь состояла изъ сѣрнистаго аммонія, хлористаго динитробензола и хлористаго динитрофталина.

Таковое вещество вспыхиваетъ лишь при взрывѣ капсули съ граномъ гремучей ртути; необходима тщательная обсушка скважины, такъ какъ въ сыромъ состояніи смѣсь (робурить) образуетъ большое количество дыма и вредныхъ газовъ.

До того робуритомъ, не рѣдко, замѣщался порохъ въ каменоломняхъ и при взрывѣ корчей.

Конторы, площади, мастерскія и мѣста работъ были освѣщены электрическими лампами, дуговыми въ 1500 свѣчей и накаливанія въ 16 дуговыхъ каждая.

Двѣ динамомашины вырабатывали электрическіе токи силою въ 37 $\frac{1}{2}$ ампера, которыми питались всѣ лампы, шести амперные лампы накаливанія и 1/2 амп. дуговая.

На мѣстахъ работъ употреблялись переносныя лампы, соединявшіяся посредствомъ проволокъ толщиною въ 5 мм. съ главными проводниками.

Послѣдніе состояли изъ желѣзныхъ стержней, дл. въ 4 м. и толщ. отъ 30 до 20 мм., связанныхъ винтовыми зажимами и обернутыхъ осмоленнымъ холстомъ.

Общая стоимость на пог. метръ туннеля оказалась 250 руб.

Д. Туннели Ангадинской узко-колейной жел. дороги.

Вблизи Ангадина, въ возвышенной Иннской долинѣ, расположены г. Сенъ-Морицъ, къ которому ежегодно направляются путешественники, посѣщающіе Швейцарію.

Дорога, съ шириной пути въ 1 м., начинается отъ ст. Тузизъ, въ разстояніи 60 кил. отъ С. Морица, и пересѣкаетъ водораздѣлъ бассейновъ рр. Рейна и Дуная туннелемъ длиною въ 5866 кил., при наибольшемъ уклонѣ въ 0,035.

Нижеизложенные свѣдѣнія опубликованы главнымъ инженеромъ вышеназванной дороги г. Геннингсомъ.

На отдѣленіи Тузизъ-Тифенкастель, по косогору р. Шина, длиною въ 12,5 кил., имѣется: 4106 м. выемокъ и 1300 м. вiadуковъ (15%), въ которыхъ главныя каменные арки отверстiemъ отъ 30 до 42 м.; линія проходитъ по сланцевымъ напластованіямъ, при максимальномъ уклонѣ въ 0,025; стоимость километра пути около 100 т. р.

На отдѣленіи Тифенкастель-Филизюръ, длиною въ 10,4 кил., имѣется туннель въ 217 м. и 34 м. вiadуковъ, изъ которыхъ Ландвассерскій (длиною 100 м., изъ 5 равныхъ арокъ) построенъ на кривой радиуса 100 м. и на уклонѣ 0,020; линія проходитъ отчасти по сланцевымъ, отчасти же по тріасовымъ пластамъ, стоимость километра пути около 40 тыс. руб.

На третьемъ отдѣленіи Филизюръ-Бергюнъ, длиною въ 9,7 кил., имѣется 2 кил. туннелей и 300 м. вiadуковъ, съ каменными арками отверстiemъ въ 25 м. каждая; наибольшие уклоны на перегонахъ 0,035, въ туннеляхъ 0,030; стоимость километра пути ок. 90 тыс. руб.; станція Бергюнъ находится на высотѣ въ 5250 ф. надъ горизонтомъ моря и расположена на кривой.

На четвертомъ отдѣленіи, длиною въ 12,28 кил., имѣется 3000 м. винтообразныхъ туннелей, при закругленіяхъ рад. 146 и 120 м., а также пять каменныхъ мостовъ съ отверстіями въ 20 м.; линія проходитъ по лесовымъ и доломитовымъ пластамъ, защищена отъ обваловъ крытыми галлереями; стоимость кил. пути около 95 т. руб.

На пятомъ отдѣлениі имѣется туннель Альбюля длиною въ 5866 м., расположенный между станціями Преда и Спинась, съ наибольшимъ уклономъ въ 0,010, при высотѣ средней части въ 5978 ф. надъ горизонтомъ моря; возвышение свода надъ рельсами 5 м., при его отверстіи въ 4,5 м.; туннель пересѣкаетъ слюдяные и доломитовыя сланцы, гранитные массивы и на протяженіи 190 м. мелкую гранитную дресву съ валунами, пропитанную грунтовою влагою; стоимость метра туннеля около 500 руб.

На послѣднемъ отдѣлениі, длиною въ 11,4 кил., по косогорамъ р. Инна, имѣется: два туннеля въ гнейсовыхъ напластованіяхъ, протяженіемъ въ 562 м., и наибольшій уклонъ въ 0,032; стоимость кил. пути ок. 38 т. руб.

Не безъ интереса упомянуть, что желѣзный полупарabolический, безъ стоекъ, мостъ черезъ Задній Рейнъ, возлѣ станціи Тузизъ, пролетомъ въ 82 м., сооруженъ на уклонѣ въ 0,025; вѣсъ желѣзныхъ его частей 292 тон., т. е. 3,56 тон. на метръ моста; испытаніе моста было произведено поѣздомъ въ составѣ изъ трехъ надлежаще сдѣленныхъ паровозовъ, вѣсомъ каждый въ 44,5 тон. и изъ пяти груженыхъ вагоновъ, вѣсомъ каждый въ 14,5 т.

По обѣ стороны средняго пролета сооружены каменные арки, отв. въ 15 м. каждая.

Вѣтвь въ 19,4 кил. длиною, отъ ст. Рейхенау разматривающей дороги до ст. Илянцъ, проходитъ по долинѣ Передняго Рейна; на ней имѣются: три металлическихъ моста съ прямыми фермами, общую длиною 175 м., и малые туннели на протяженіи 787 м.; наибольшіе уклоны 0,010, при радиусахъ закругленій въ 120 м.; стоимость километра ок. 70 т. р.

На участкахъ дороги съ уклонами меньше 0,025 уложены стальные рельсы вѣсомъ 25 килогр. въ пог. м., на другихъ же участкахъ вѣсъ рельсовъ увеличенъ на 10%.

Путь въ туннеляхъ устроенъ на дубовыхъ шпалахъ, въ открытыхъ же мѣстахъ на желѣзныхъ поперечинахъ вѣсомъ, 37 кил. каждая.

Стоимость: 1) постройки разматриваемой дороги 19 мил. фр., 2) оборудования подвижнымъ составомъ 7 мил. фр.; въ суммѣ 26 мил. фр. на 81,55 кил.; т. е. въ среднемъ, почти 130 т. руб. на километръ пути.

Черт. №№ 24—33.

Парижская подземная жел. дорога.

Отъ 1883 до 1898 года, было составлено и разсмотрѣно нѣсколько проектовъ Парижскаго Мэтрополитена, составленныхъ по образцу Лондонской подземной желѣзной дороги.

Въ 1898 г. былъ утвержденъ окончательный проектъ разматриваемой дороги; причемъ, сѣть была признана путями мѣстнаго, соединенія же ея съ магистралями общаго значенія.

Было постановлено: 1) удержать нормальную ширину пути = = 1,44 м. и — подвижного состава = (2,4 м.), 2) эксплуатировать линіи Мэтрополитена поездами длиною небольше 72 м., съ электрическою тягою, при скорости движенія до 30 кил. въ часъ и при тарифѣ 10 до 6 к., за проѣздъ отъ любого пункта сѣти до другого; также 3) исполнить работы въ 15 лѣтній срокъ, со дня опубликованія закона о данной обществу концессіи.

Ниже изложены краткія свѣдѣнія по отчету, опубликованному г. Гордферно, относительно сооруженныхъ частей общаго проекта сѣти дорогъ и соединеній ея съ магистралями.

Вѣсъ рельсовъ 52 килгр. въ пог. метрѣ; найменьшій радиусъ закругленій на перегонахъ 100 м., на станціяхъ 50 м., при наибольшихъ уклонахъ въ 0,040 и площадкахъ между обратными уклонами въ 50 м.

Средняя стоимость километра въ два пути ок. мил. руб.

Промежуточныя станціи, шириной 13,5 м. и длиною 75 м., расположены въ разстояніи другъ отъ друга отъ 350 до 950 м.; оконечныя же станціи вилообразны, съ соединеніемъ двухъ половиныхъ круговыми путемъ, при радиусѣ въ 30 м.

Таковое расположение станціонныхъ путей весьма выгодно для эксплуатации, устранивъ потребность поворота поездовъ ма-неврами.

Узловыя станціи: Звѣзда, Ліонъ и Бастилія (на площади Трокадеро) обозначены на чертежахъ.

Вѣтвь къ воротамъ Наслѣдника проходитъ подъ путями ст. Звѣзды и обслуживается особою станціею, устроенной подъ Ваграмскою аллею.

Всѣ станціи, кромѣ Бастильской, сооружены подъ землею.

Подземные станции прикрыты каменными эллиптическими сводами или железнymi строениями, какъ показано на чертежахъ.

Относительно таковыхъ конструктивныхъ типовъ слѣдуетъ замѣтить нижеслѣдующее.

Внутренность туннеля оштукатурена на толщину 0,02 м. въ сводовой части известковымъ, въ нижней части цементнымъ растворомъ; вѣнчая сторона свода прикрывается эмалированными кирличами.

Въ сводовыхъ опорахъ устроены ниши, вышиною 2 м., шириной 1,5 м. и глубиною 0,85 м., въ разстояніи 25 м. другъ отъ друга.

Сѣченіе прохода соотвѣтственно размѣрамъ наибольшаго подвижного состава магистральныхъ линій и измѣняется на закругленіяхъ, при рад. менѣше 100 м., вслѣдствіе необходимости въ надлежащемъ боковомъ наклонѣ путей.

Стѣнки станціонныхъ тротуаровъ связываются со стѣнками, прилегающими къ нормальнымъ проходамъ туннеля, сводиками, прикрытыми эмалированными кирличами.

Желѣзное прикрытие туннеля примѣняется въ низкихъ местахъ, гдѣ высота отъ горизонта грунтовыхъ водъ до поверхности грунта не достаточна для свода.

Поперечныя балки поддерживаются колоннами, промежутки же между продольными балочками заполняются кирпичными сводиками.

Поперечныя балки расположены въ разстояніи 5,41 м. другъ отъ друга и опираются на подферменники, вѣланые въ каменную кладку туннельныхъ стѣнъ.

Подземными проходами пересѣчены напластованія плотнаго сухого глинистаго песку, мощностью 8 м., мергеля и грубаго известняка, расположенные на скалистомъ пластѣ.

Туннельные работы въ таковыхъ напластованіяхъ производятся безъ особыхъ трудностей.

Въ окрестностяхъ улицы Риволи встрѣтился водоносный грунтъ, состоящий изъ известняковыхъ валуновъ, въ которомъ производство работъ оказалось весьма затруднительнымъ.

Переустройство водостоковъ, а также сооруженіе четырехъ галлерей къ берегу р. Сены, ради удобствъ въ вывозѣ изъ туннелей мусора и въ перемѣщеніи строительныхъ материаловъ, вызвало расходы въ суммѣ около 2 мил. р.

Работы исполнялись частью съ устройствомъ обыкновенныхъ крѣпей и опалубки, частью же — съ употребленіемъ, для поддержания земли и каменной кладки, желѣзныхъ дугообразно окованныхъ щитовъ.

Таковые щиты были примѣнены, впервые, Бруннелемъ (въ 1825 г.), при сооруженіи туннеля подъ р. Темзою.

Вообще говоря, при типѣ съченія за № 1, первоначально выводилась сводовая часть туннеля, потомъ—стѣны и забудка, наконецъ—половая арка; при типѣ за № 2 и на протяженіи всѣхъ станцій строились первоначально стѣны, потомъ потолокъ и полъ.

Въ каменную кладку и для штукатурки нижнихъ частей былъ допущенъ медленно твердѣющій растворъ; верхня же открытыя поверхности туннеля были општукатурены бѣлымъ быстро твердѣющимъ растворомъ.

Конструкція пути нормальная съ деревянными шпалами, пропитанными креозотомъ.

Станціонныя платформы обѣланы бѣлыми квадратными плитками.

Подземные проходы освѣщались во все время работъ электричествомъ, что сохранилось и при эксплуатациіи дорогъ.

Перемѣщеніе грузовъ при постройкѣ производилось частью электрическими двигателями, частью же лошадьми; теперь же пользуются только первыми для потребностей движенія.

Станціонныя отъ улицъ входныя и выходныя желѣзныя легкаго типа лѣстницы ведутъ въ пассажирскіе залы и устроены параллельно платформамъ, соединяясь между собою металлическими переходами, возвышающимися надъ путями.

Таковыя лѣстницы обозначены изображеніями руки, нарисованными на ограждающихъ стѣнахъ и освѣщенными повечерамъ.

Между путями уложены на шпалахъ двухголовчатые стальные рельсы, вѣсомъ 38,75 к. гр. въ пог. м., изолированные посредствомъ подушечекъ системы Блекуэлля („Гекла“).

Путевые рельсы соединены между собой мѣдными стержнями діам. 15 мм. и служать обратными проводниками электрическихъ токовъ.

Электрическая энергія доставляется заводомъ, дающимъ 600 вольтъ, при постоянномъ, и 5000 вольтъ, при переменномъ трехфазномъ дѣйствіи токовъ съ 25 періодами; все ея количество концентрируется на двухъ станціяхъ, питающихъ двѣ группы путей.

На заводѣ имѣется пять группъ электровозбудителей, каждая силою въ 1500 КВ; одна изъ группъ производить постоянные, четыре же трехфазные токи.

Уравнительный столбъ обслуживается баттарею аккумуляторовъ типа Тюдоръ въ 1500 амперъ-часовъ.

Каждая группа электровозбудителей приводится въ движение вертикальною машиною (компаундъ) съ 2 цилиндрами, силою въ

2600 лошадей, съ поверхностью нагрѣва въ 244 кв. м., при 18 по лукруглыхъ трубкахъ.

Мѣдные кабели, проводники электрической энержіи, помѣщены въ особой галлерѣѣ, соединяющей заводъ съ туннелемъ.

Положительный полюсъ связанъ съ электропроводными, отрицательный же съ путевыми рельсами.

Кабели, проводники трехфазныхъ токовъ, расположены у пола туннеля съ правой стороны.

Требуется для эксплуатационного движенія сила около 3000 КВ; слѣдовательно, одновременное дѣйствіе двухъ группъ электровозов-будителей вполнѣ достаточно.

Возлѣ электрическаго завода построено 4-хъ этажное зданіе; въ подвальномъ его этажѣ содержатся батареи аккумуляторовъ, въ первомъ — склады запасныхъ матеріаловъ и мастерскія, во второмъ — контора, въ третьемъ и четвертомъ этажахъ — квартиры заводскихъ служащихъ.

Управлѣніе дороги и мастерскія для ремонта подвижного состава находятся на Шаронской станціи.

Въ настоящихъ условіяхъ эксплуатациіи путей Мэтрополитена оказалось достаточнымъ снабдить дорогу 46 самокатами и 145 обыкновенными вагонами.

Первые снабжены двумя двигателями Вестингаузена, силою каждый въ 100 лошадей, при скорости въ 450 оборотовъ, и могутъ приводить въ движеніе 4 обыкновенныхъ вагона.

Въ каждомъ вагонѣ имются ручной и электрический тормаза; полагается дѣйствовать послѣднимъ въ исключительныхъ лишь случаяхъ.

Приводимый въ движеніе кондукторомъ указатель обозначаетъ станцію, къ которой направленъ поѣздъ, чѣмъ сокращается продолжительность его остановокъ.

Вагоны освѣщаются и отопляются электрическою же энержіею.

Станціи, заводъ и мастерскія соединены телефонною сѣтью, удовлетворяющею условіямъ: два любыхъ поста могутъ сообщаться непосредственно между собою, не беспокоя промежуточныхъ; въ случаѣ надобности, каждый постъ можетъ связать себя съ линіею, хотя она занята, и сообщается съ нѣсколькими или со всѣми прочими одновременно.

Движеніе на сѣти дорогъ производится по блокировочной автоматической системѣ Галля, допускающей уменьшеніе до 2 м. промежутка времени между отправленіями двухъ слѣдующихъ другъ за другомъ поѣздовъ.

Поѣздъ на перегонѣ между станціями огражденъ всегда двумя закрытыми сигналами, перемѣщающимися одновременно

и однохарактерно отъ давленія колесныхъ ребордъ на рычагъ, сдѣленный съ однимъ изъ сигналовъ.

Въ виду значительного распространенія таковой системы на жел.-дорожныхъ линіяхъ присовокупляется краткое замѣчаніе относительно ея устройства.

Сигнальный ящикъ съ двумя стеклами, бѣлымъ и зеленымъ, снабженъ 4 лампами накаливанія въ 110 вольтъ, питаемыми тракціонною силою въ 550 вольтъ.

Въ ящикѣ имѣется электромагнитъ, дѣйствующій на рычагъ съ аллюминіевымъ кругомъ на его концѣ; послѣднимъ закрывается одно изъ стеколъ, при надлежащемъ колебаніи рычага. Ящики и лампы образуютъ, соотвѣтственно, два гальваническихъ круга, въ которые включенъ аппаратъ съ путевымъ рычагомъ.

Послѣдній подъ давленіемъ вагоннаго колеса замыкаетъ цѣпи проводовъ, что и выражается надлежащимъ перемѣщеніемъ путевыхъ сигналовъ.

Расходы по сооруженію 13,98 кил. путей распредѣляются по разсчету:

1) Сооруженіе главныхъ ли-	
ній	26355 т. фр.
Надзоръ за работами и не-	
предвидѣнныя расходы . .	4145 » »
	————— 30500 т. фр.
2) Сооруженіе галлерей для	
перевозки матеріаловъ . .	400 » »
Отведеніе водостоковъ . .	3841 » »
Отведеніе водопроводовъ .	800 » »
	————— 5041 » »
3) Общіе расходы по органи-	
зациі дѣла	500 » »
Содержаніе управлениія . .	900 » »
	————— 1400 » »
Итого	36941 т. фр.

Въ среднемъ строительная стоимость километра сѣти дорогъ около 750 т. руб., съ оборудованіемъ же ея подвижнымъ составомъ и прочими принадлежностями—ок. мил. руб.

Изъ многочисленныхъ сочиненій о туннельныхъ работахъ принимались во вниманіе:

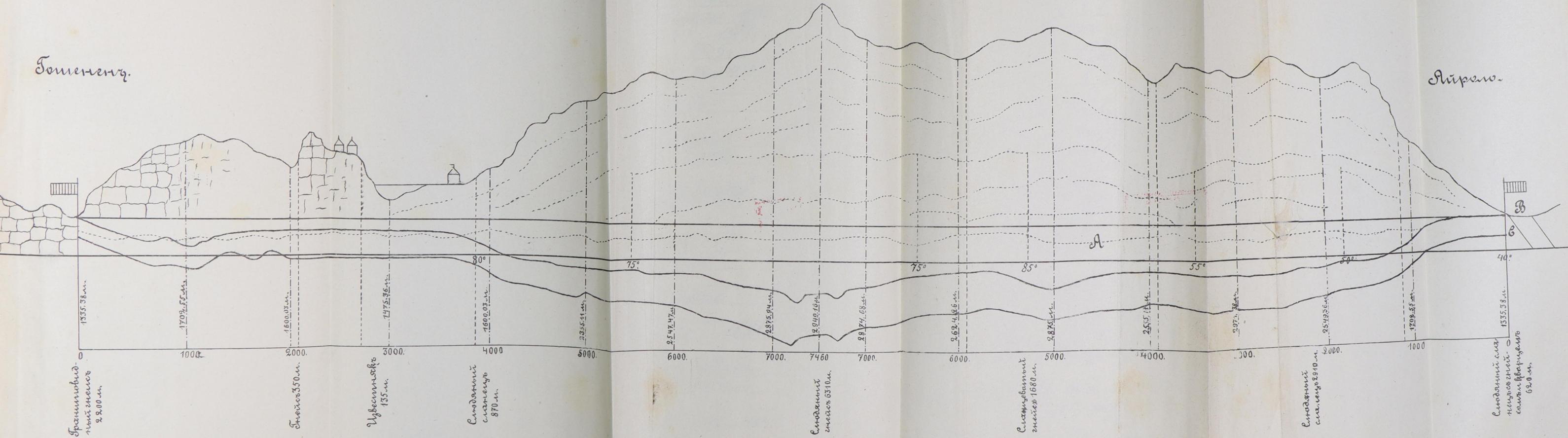
- 1) Covino „Guide au tunnel du Mont-Blanc“. 1879. Turin.
- 2) Berard „Le Mont-Blanc et le Simplon“. 1889. Turin.

- 3) Huber et Lommel „Le chemin de fer alpin par le Simplon“. 1889. Paris.
- 4) Villevert „Le Saint-Gothard“. 1889. Paris.
- 5) Haupt „Die Stollenanlagen“. 1894. Berlin.
- 6) Lorenz „Tunnelbau mit Bohrmaschinenbetrieb“. 1897. Wien.
- 7) Fauck „Fortschritte in der Erdbohrtechnik“, 1896.
- 8) Könyves-Toth „Vergleichende Studie über die bedeutenden Tunnelbauten“. Zürich. 1890.
- 9) Gröger „Die Statik der Tunnelgewölbe“. Prag. 1891.
- 10) Hellwag „Die Gotthardbahn“. 1892. Basel.
- 11) Forchheimer „Englische Tunnelbauten“. 1894. Aachen.
- 12) Drinker „Tunneling“. New-York. 1898.
- 13) Статьи Журнала министерства путей сообщенія за послѣдніе 20 лѣтъ.
- 14) „Der Bau des Milseburg-Tunnel“ F. Oberschulte-Berlin 1900
- 15) Revue générale des chemins de fer“ 1898—1902.

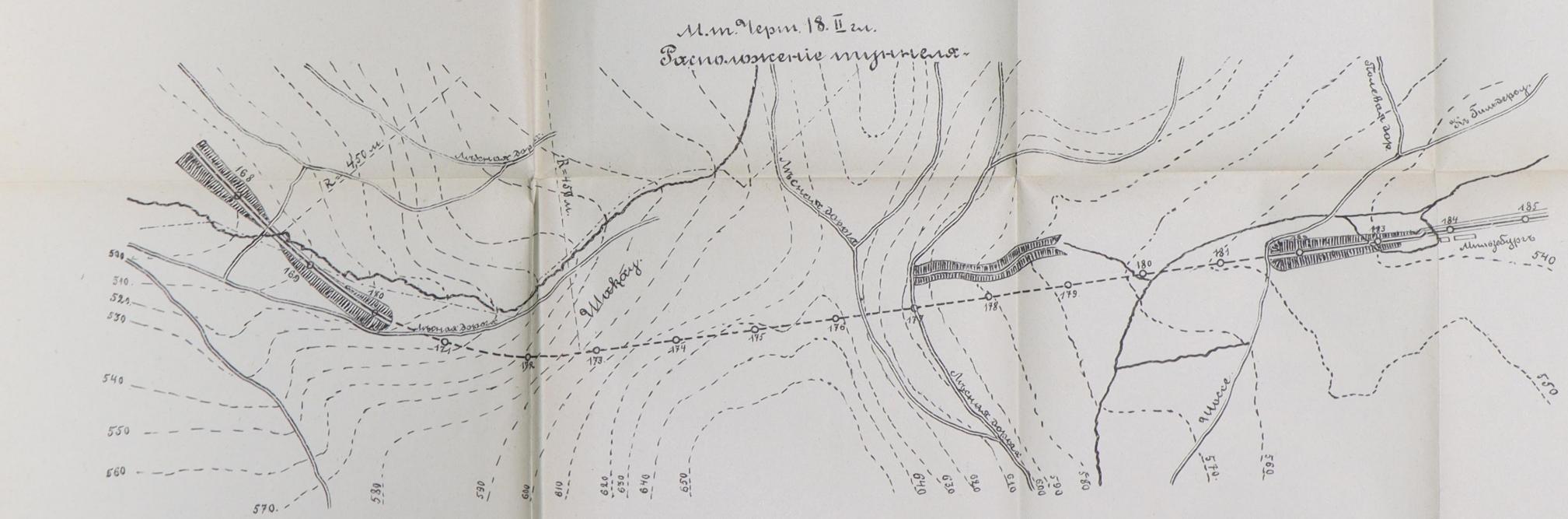
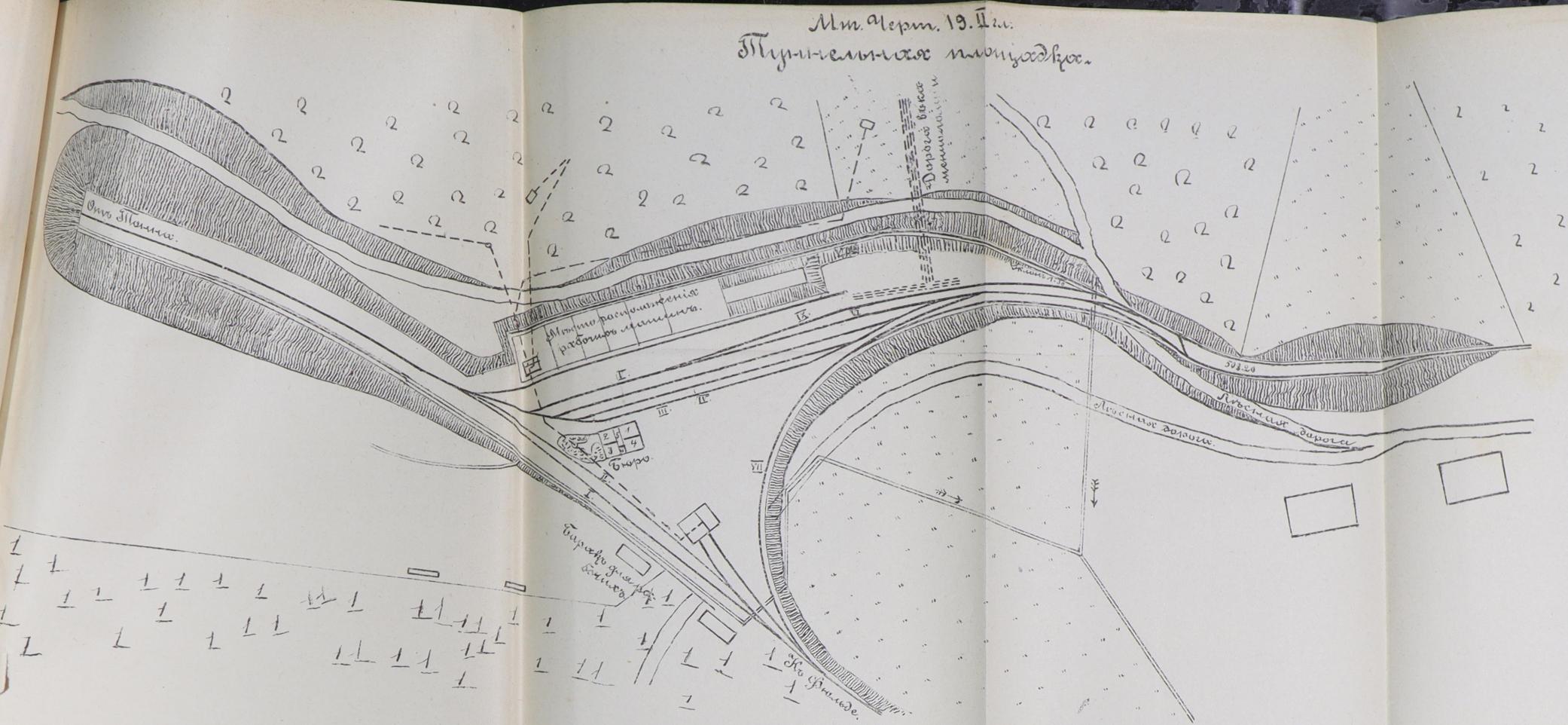


Геологический разрез по Б-Томскардской туннельной линии 15070 м. со показанием температуры пород.

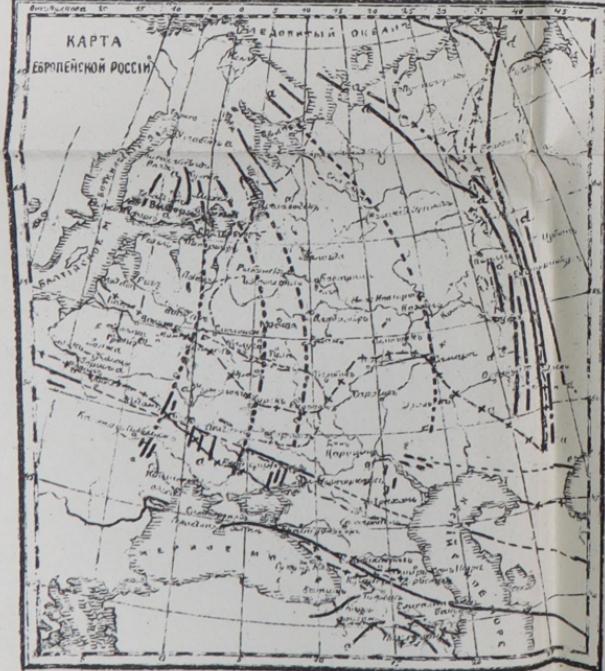
№1-1.



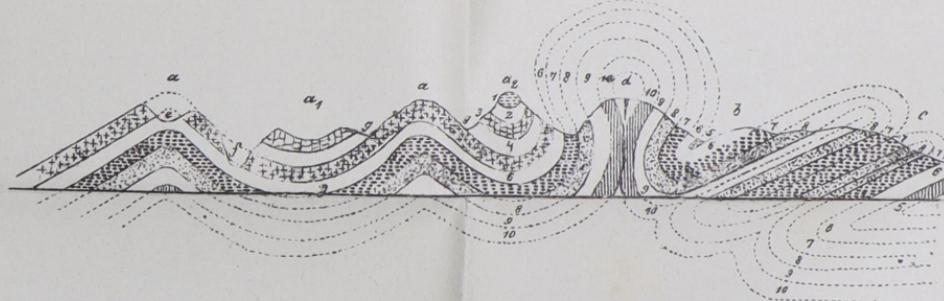
Пояснения: А - туннель, В - средняя температура почвы на поверхности, С - средняя температура воздуха на поверхности.



№2-1.
Петрографическая карта Европейской России
А. П. Каринского.

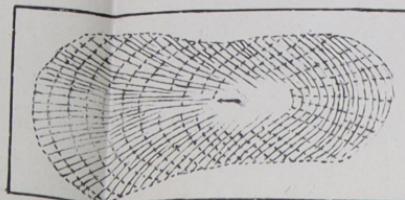


№2-2.
Идеальный профиль складчатого гору-



Цифрами: 1, 2, 3.. 10— обозначены соответственные пласты, претерпевшие складчатость. а, а₁ — стончее или прямое седло-антеклиналь. а₂—прямые мульды — синклиналь. в—косая мульда. с—косое или лежачее седло — изокли-наль д—зигрообразная складка с визуальнымъ седловьемъ. е—антеклиническая долина f, г—изоклиническая до-клины, а—антеклинический гребень. х—синклиническая долина. а_х—синклинический гребень.

№2-3.
Распределение силикатной массы, движущейся по направ-
лению стрелки.

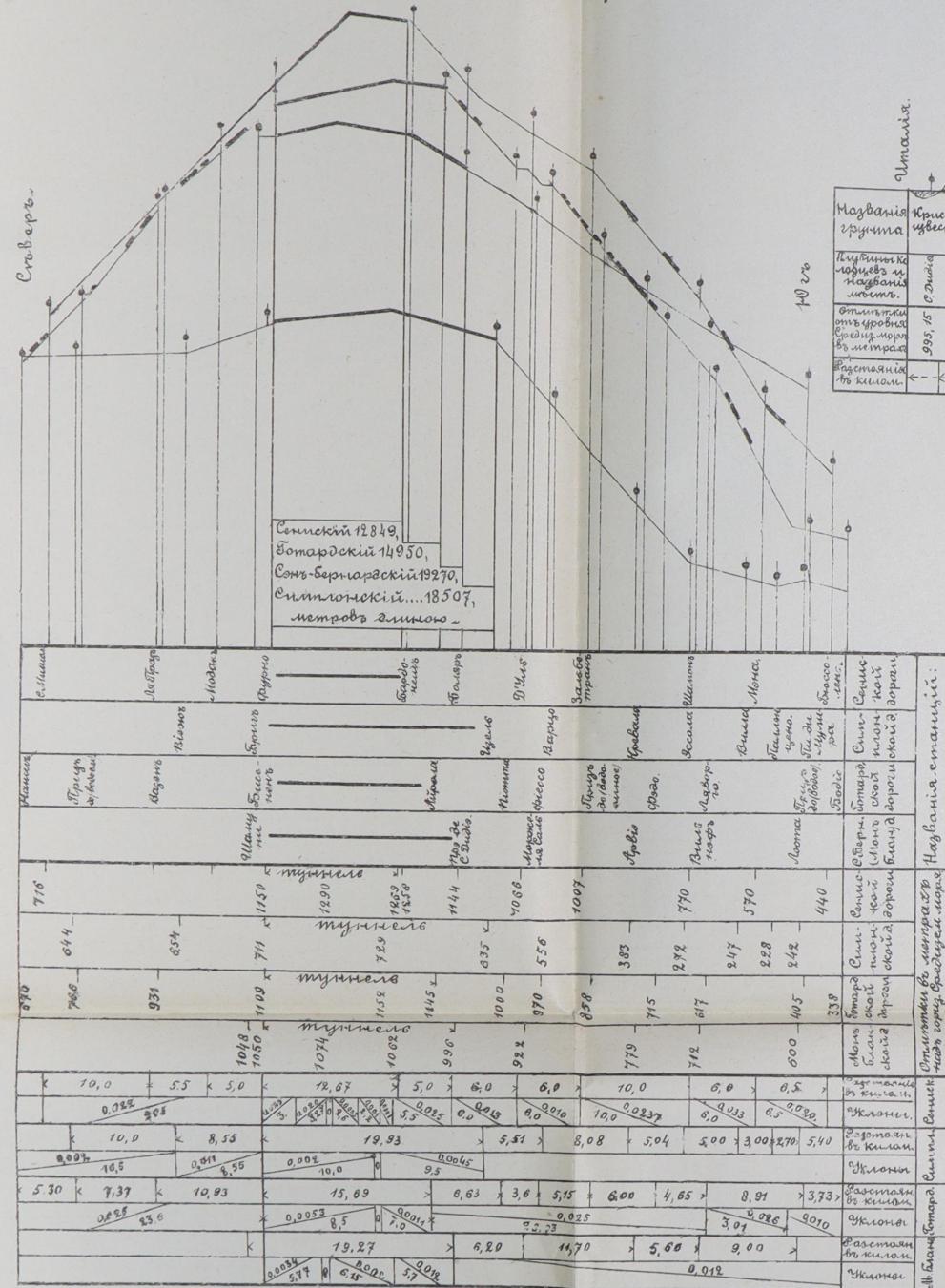


Пунктирными линиями изображают кривые максимального вы-
давливания, сплошными линиями — кривые максимального давления.

ШВЕЙЦАРСКИЕ ТУННЕЛИ

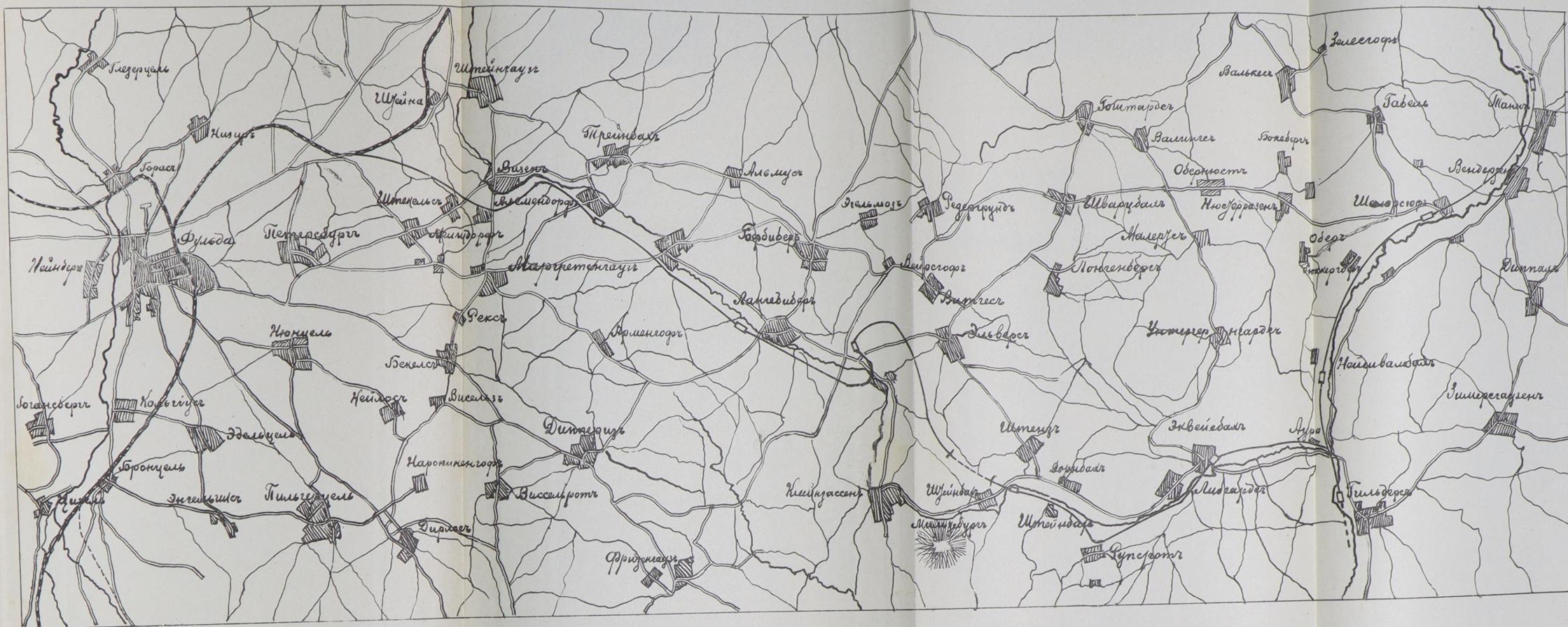
№ 5-II.

Сравнительная продольная профиль геоморфологических туннелей с подсеками их жел.-дорожн. инженер.

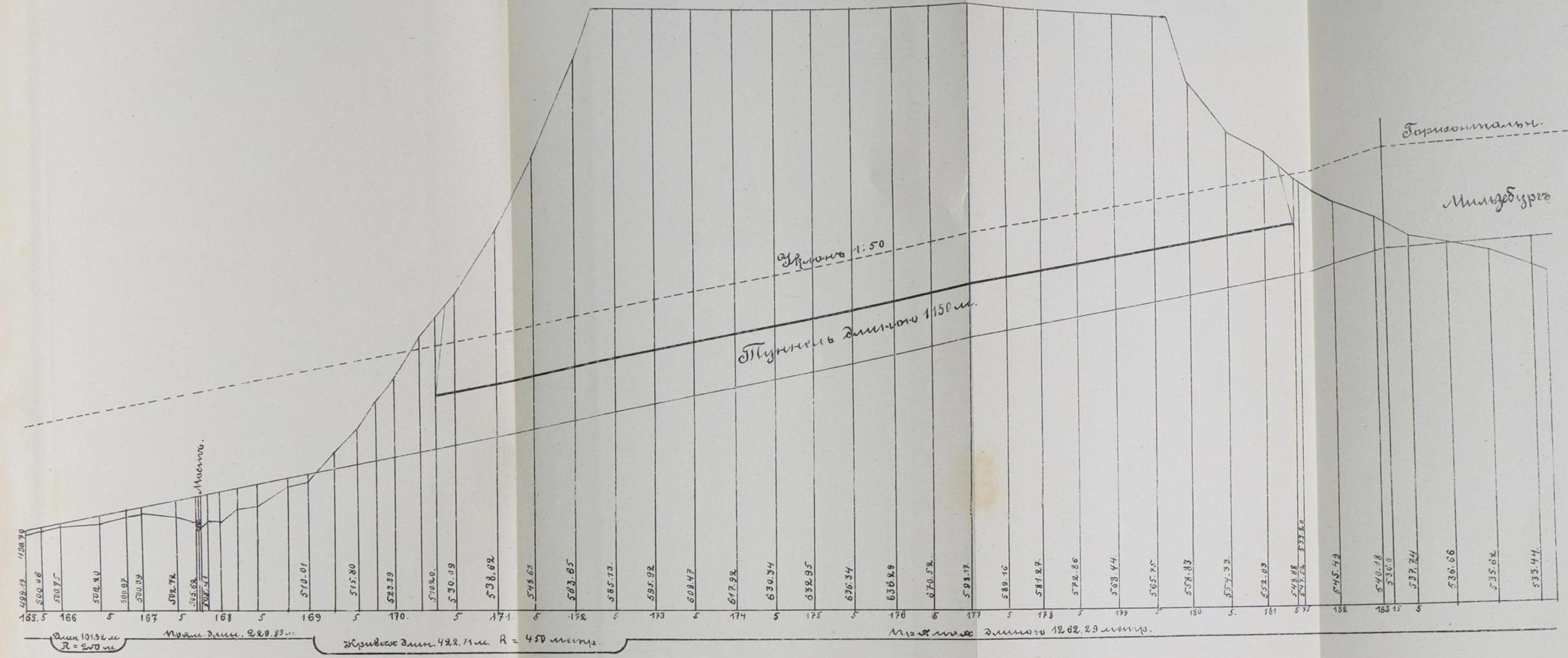


M. m. Term. 16 II₂

Общее патографическое описание Миллеровского музея

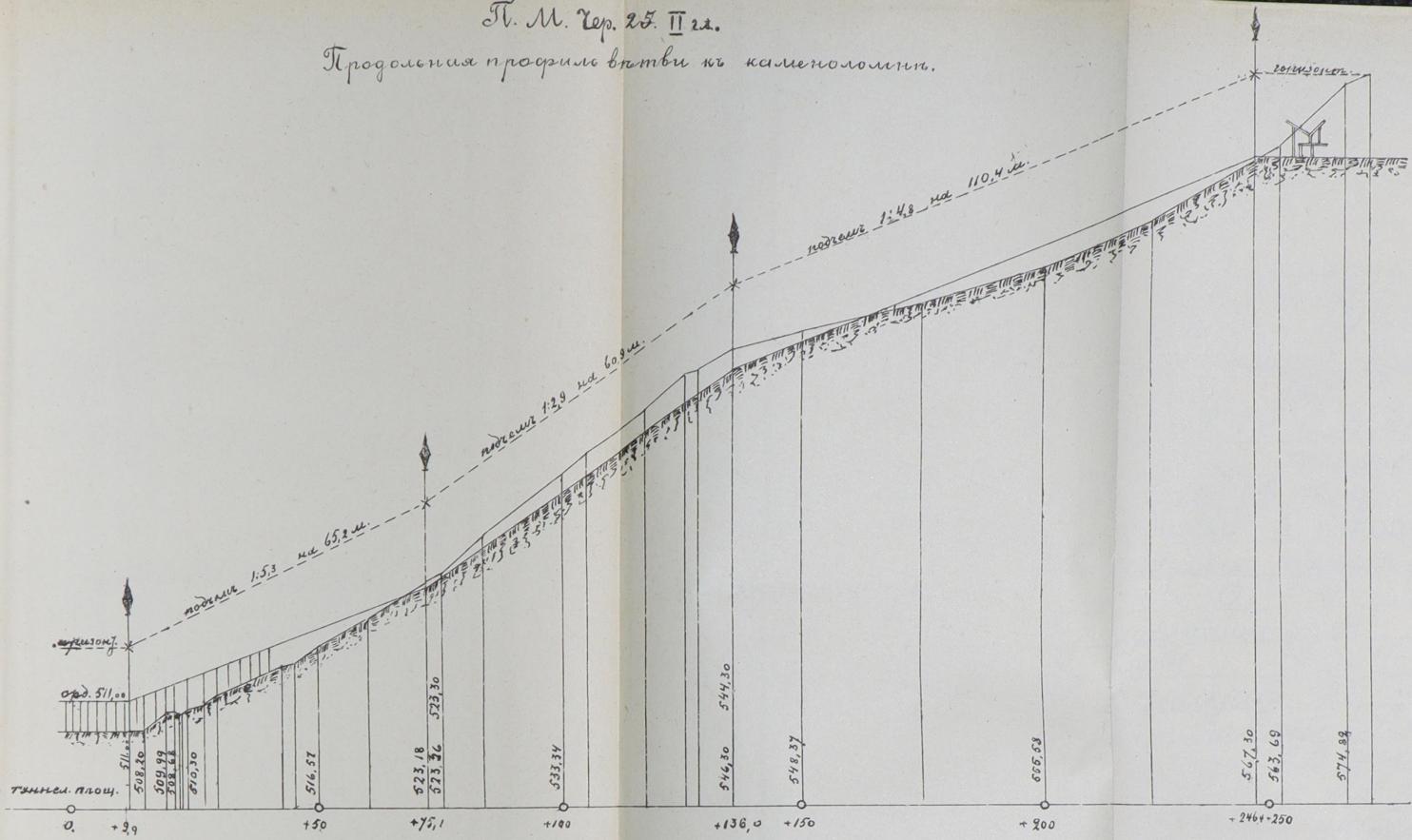


М. М. Черт. 17. II 21.
Продолжение проспекта турецкого.



П. М. Чр. 25. II 22.

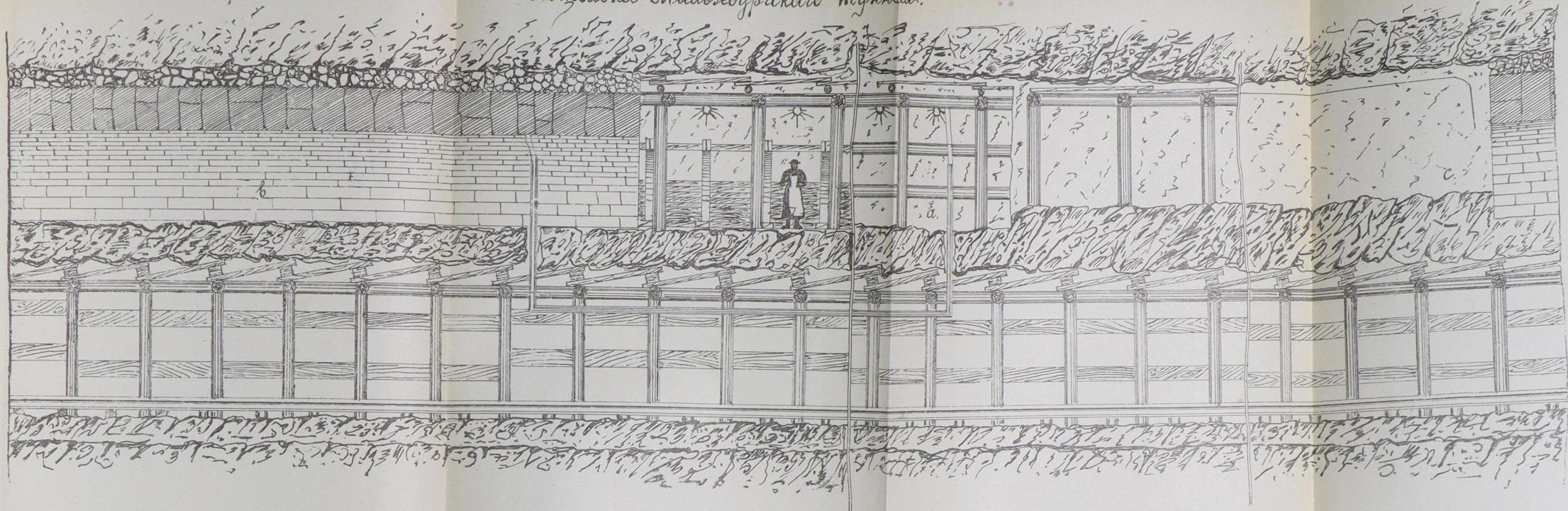
Продолжение программы взвешивания на каменоломне.



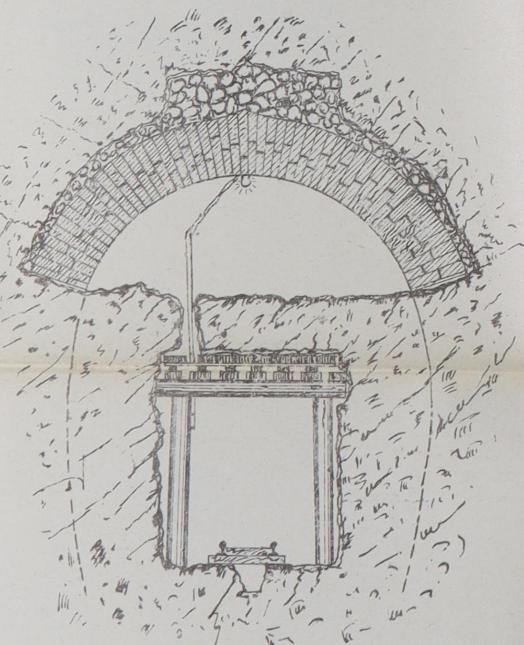
Справки для изготавления растворов

М.и.чр. 22. Ju. II

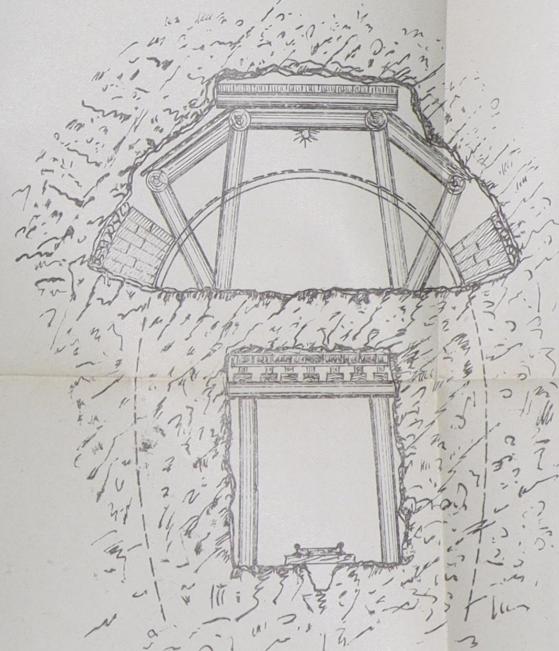
Штольня Мисоведурского туннеля.



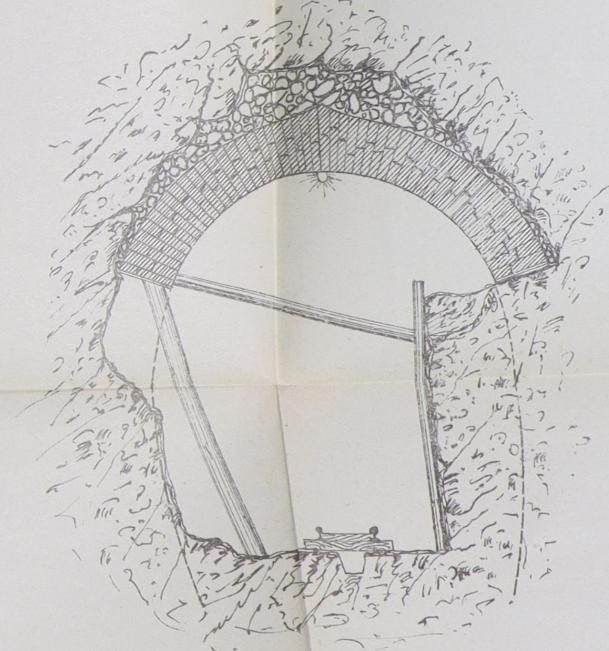
М.и.чр. б.



М.и.чр. а.



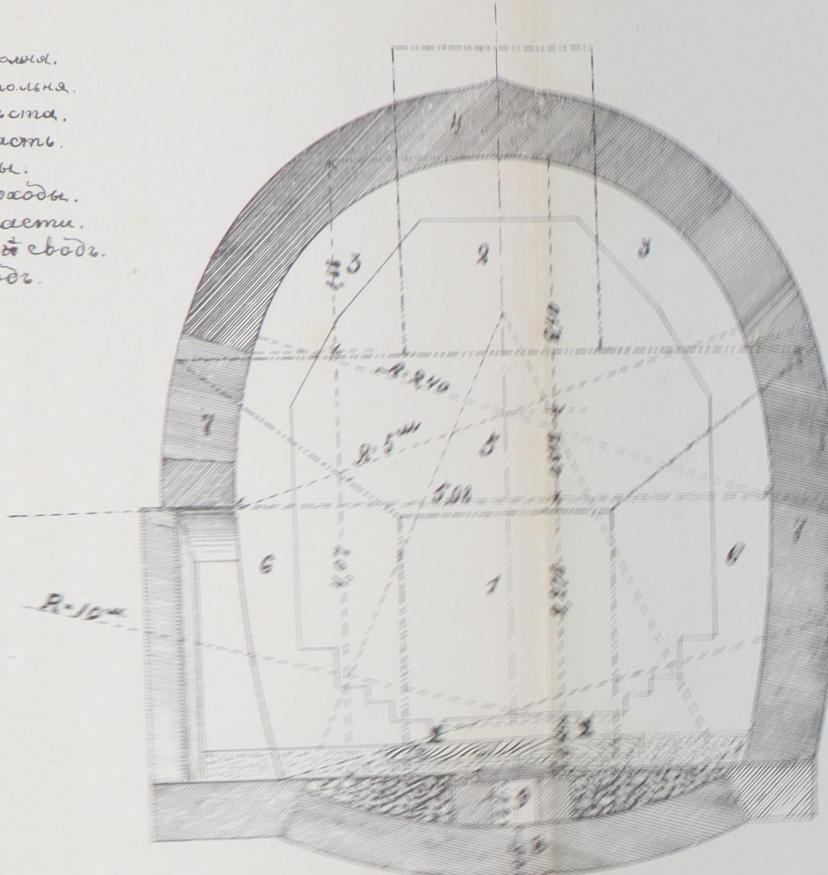
М.и.чр. с.



М.м. №р. 20. Зи. II

Поперечный разрез ряда Митридатовского моста
с упомянутыми порядковыми номерами:

1. нижненесущийся.
2. верхнее кольцо.
3. сводная листья.
4. клюевидная часть.
5. средние члены.
6. боковые проходы.
7. опорные части.
8. обратный свод.
9. водосвод.



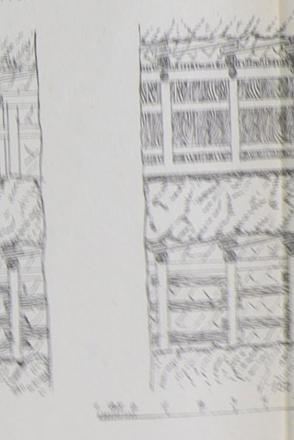
№ 1. Вид на своды
и опорные части



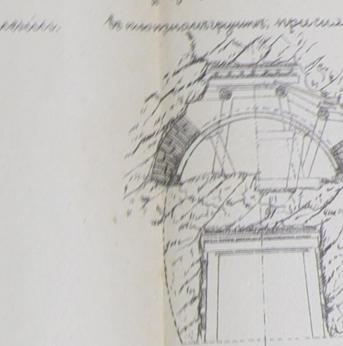
№ 2. Вид на ту сторону
Митридатовского моста
при съемке извне.



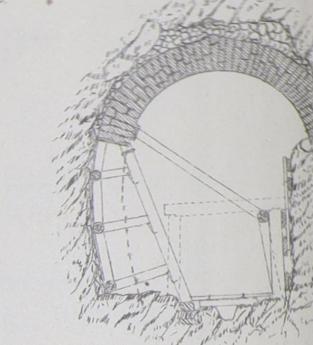
№ 3. Справа от арки.



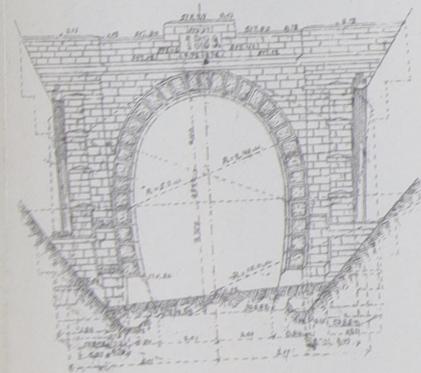
№ 4. Вид на ту сторону
Митридатовского моста
при съемке извне.



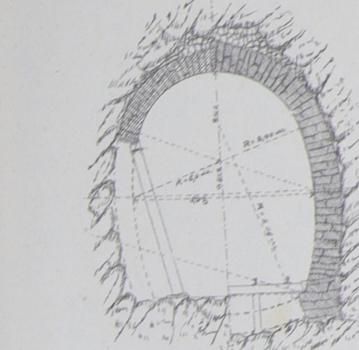
№ 5. Вид на ту сторону
Митридатовского моста.



№ 6. Справа от арки.

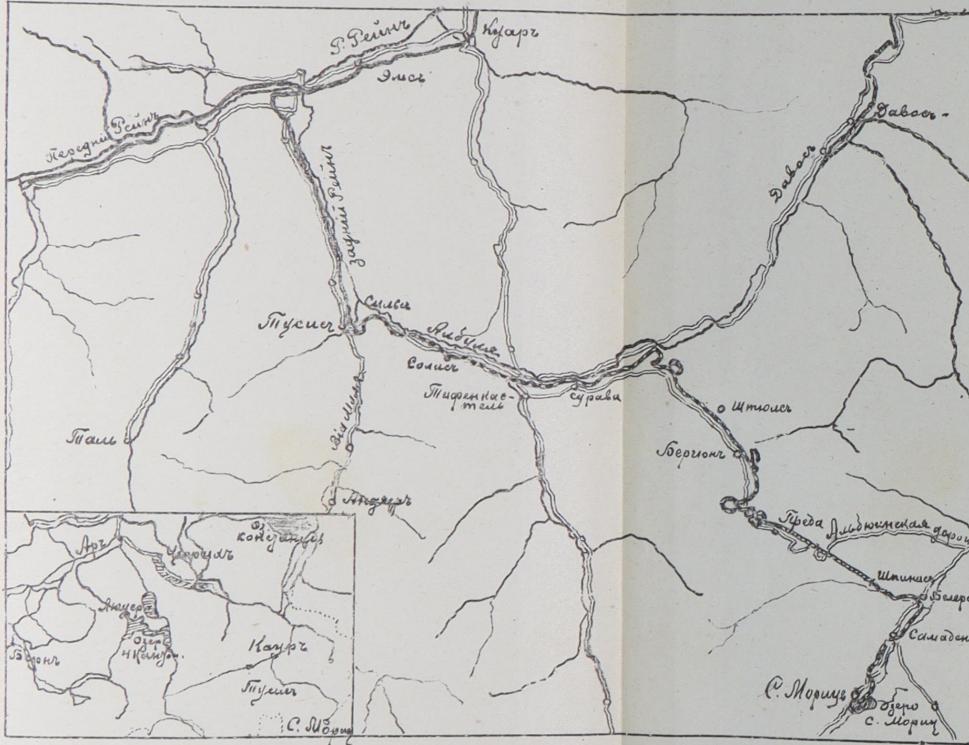


№ 7. Вид на ту сторону
Митридатовского моста.



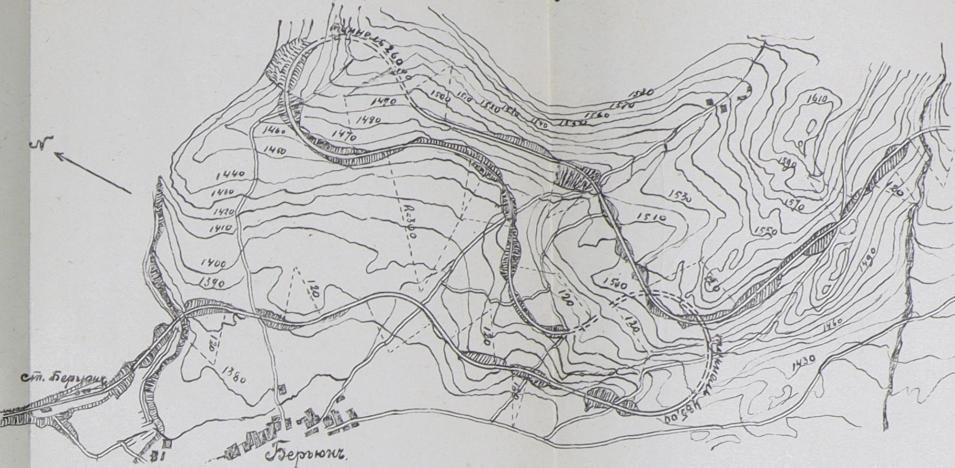
A. n.c.d. rep. 11. 51. II

Общее направление Ангандинской железной дороги



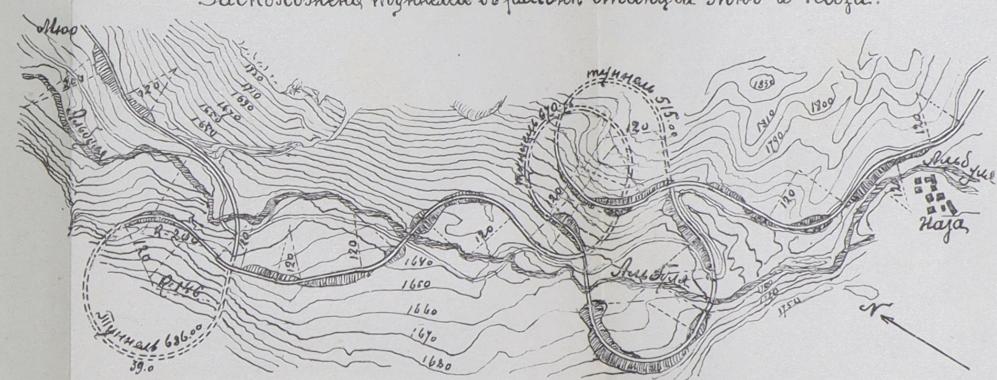
A. m. d. Rep. 12. Tu. II

Расположение туннелей в районе станции Бергово.



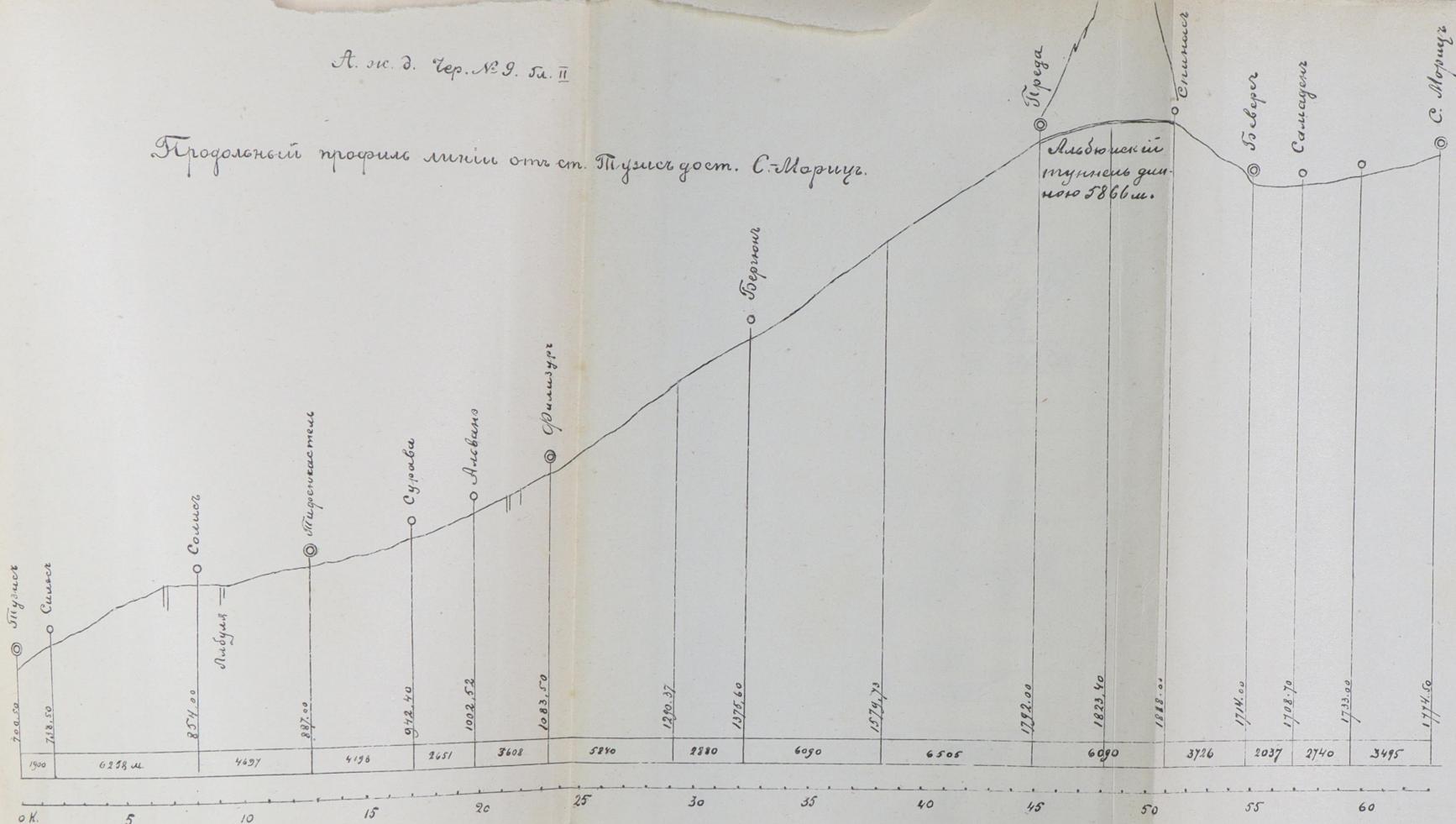
A. m. d. rep. 13. Ju. II

Расположение туннелей в районе станций Мюн и Наза.



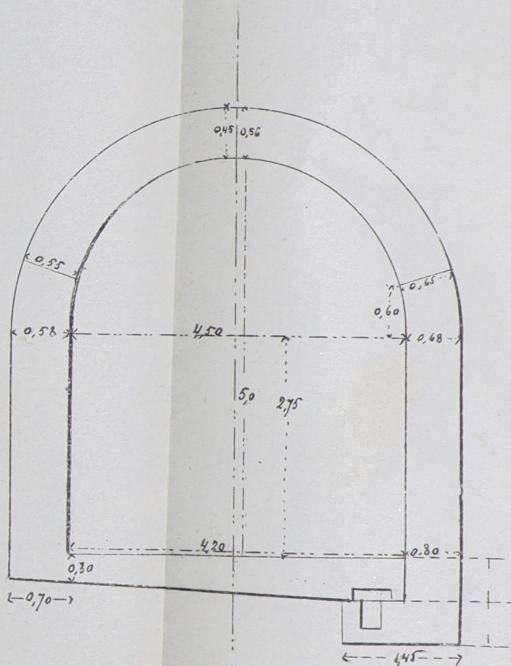
А. и. д. № 9. Гл. II

Продолжение продольного профиля от с. Пиуши до с. С. Мария.

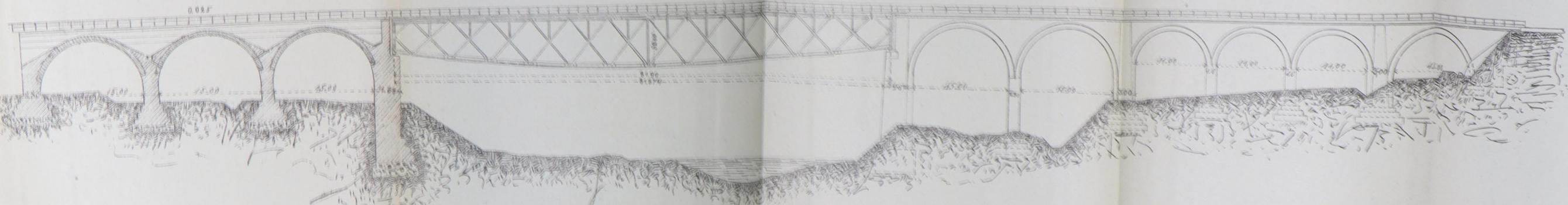


А. и. д. № 9. Гл. II.

Нормальное попечное сечение туннеля



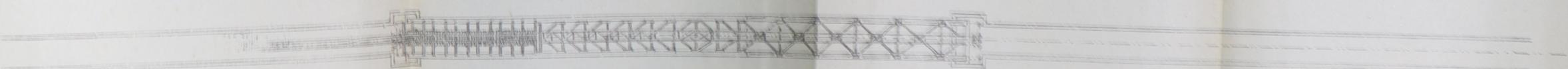
Проделанный разрез.



А. на д. 15-11 км.
Бандык на Академической железнодорожной дороге.

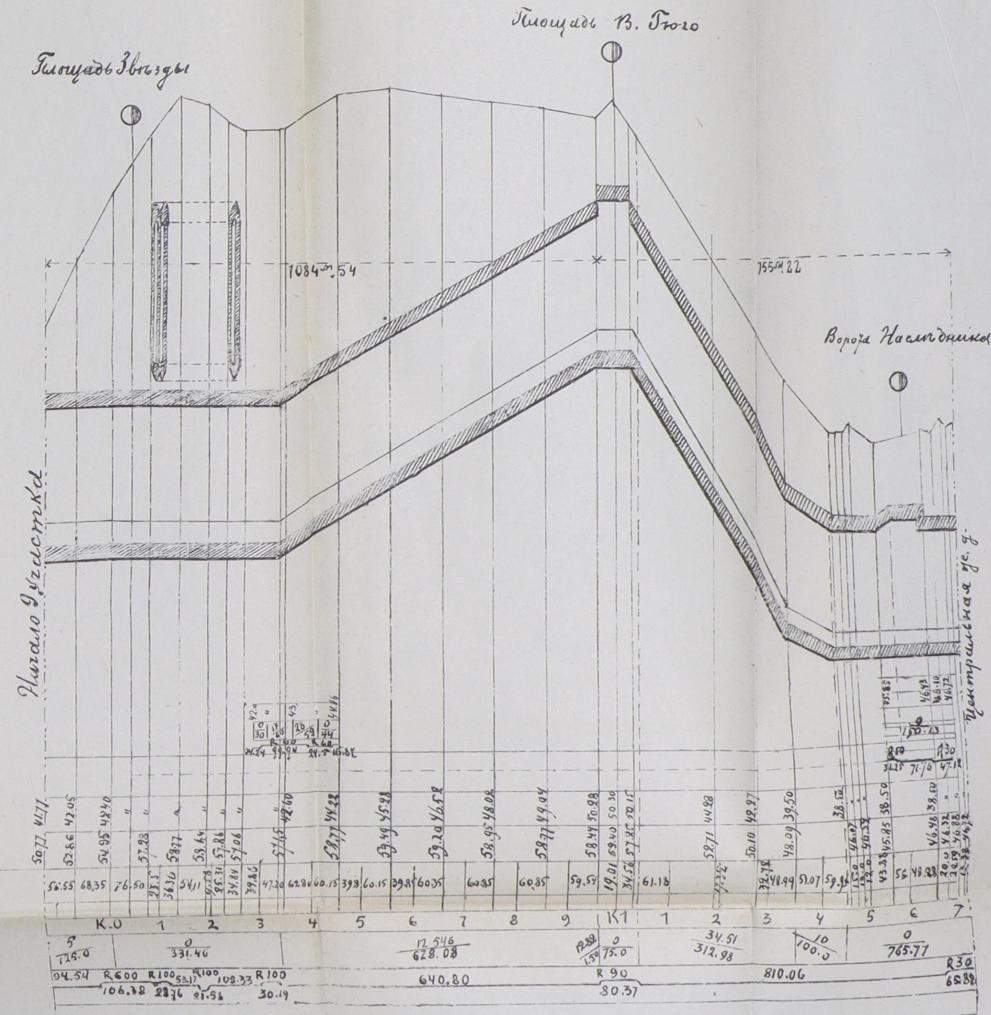
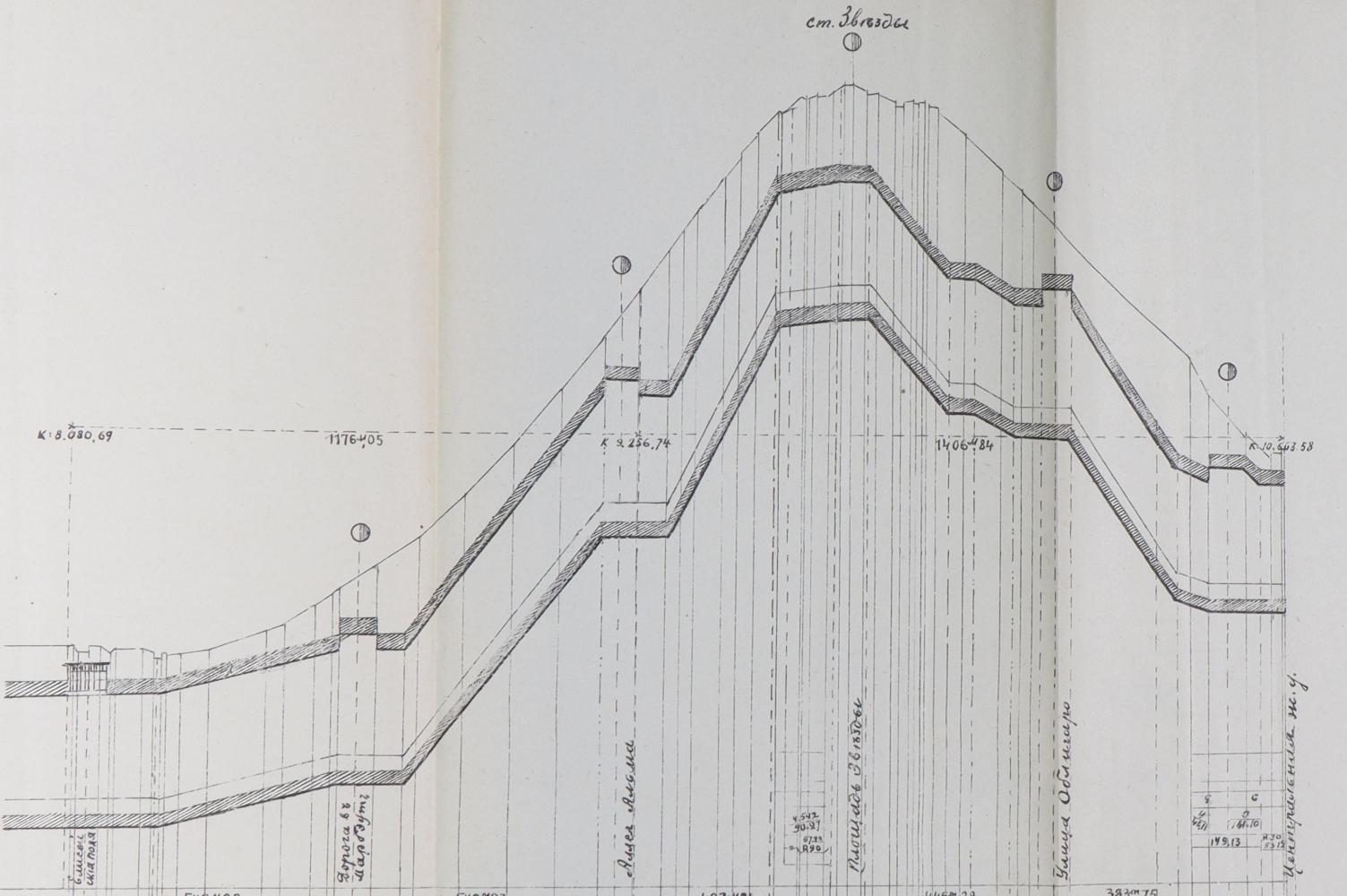
Проделанный вид.

А. на д. 15-11 км.
План бандыка.



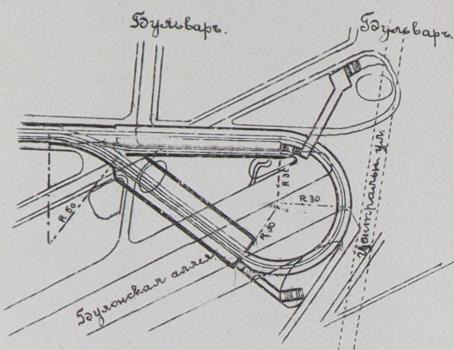
Планъ подземныхъ земледельческихъ городовъ въ Париже.





Т. М. Торговищеская статья.

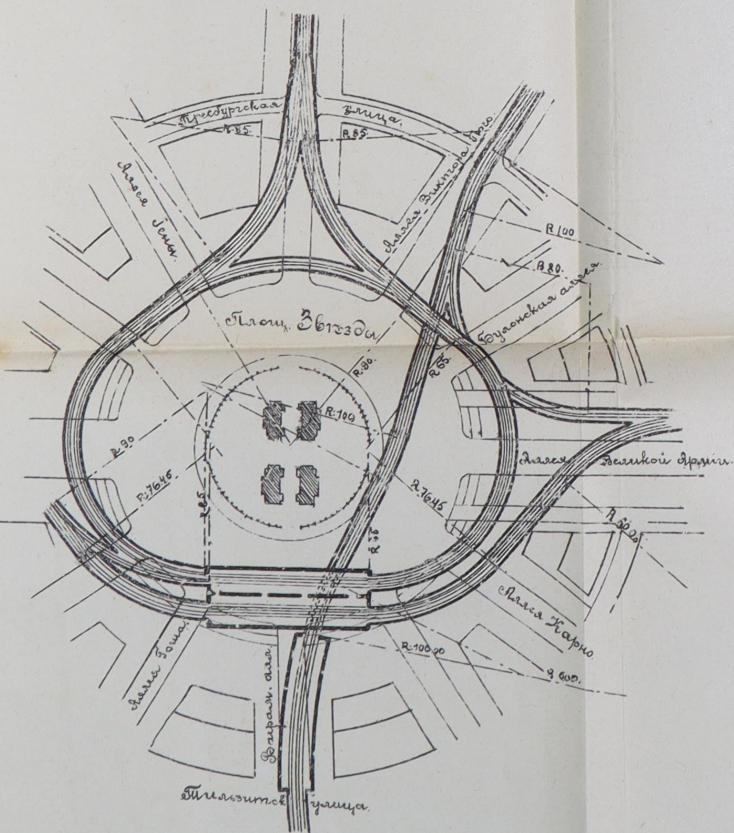
~ № 27 - II m.



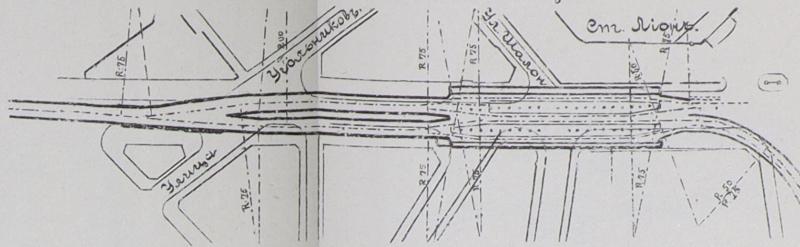
~N°28-IIm.

P. M. 21-11-36

Техн. Типография.

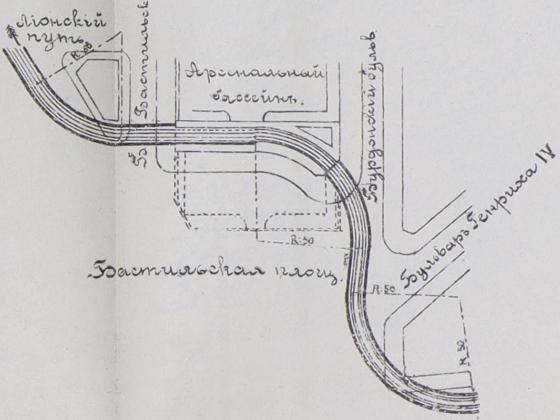


" T. M. № 29-114.
Sivuchka emarginata.



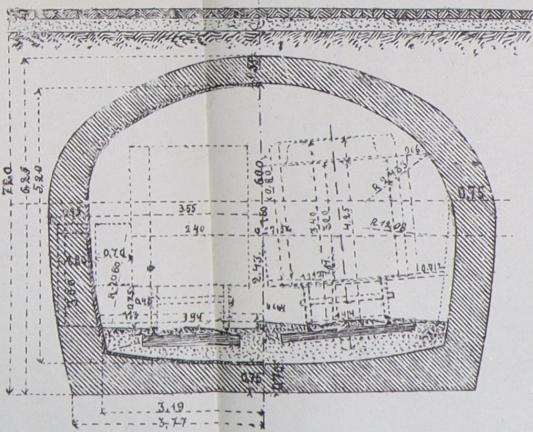
Nº 30. - II m.

П.М. См. Басманная.



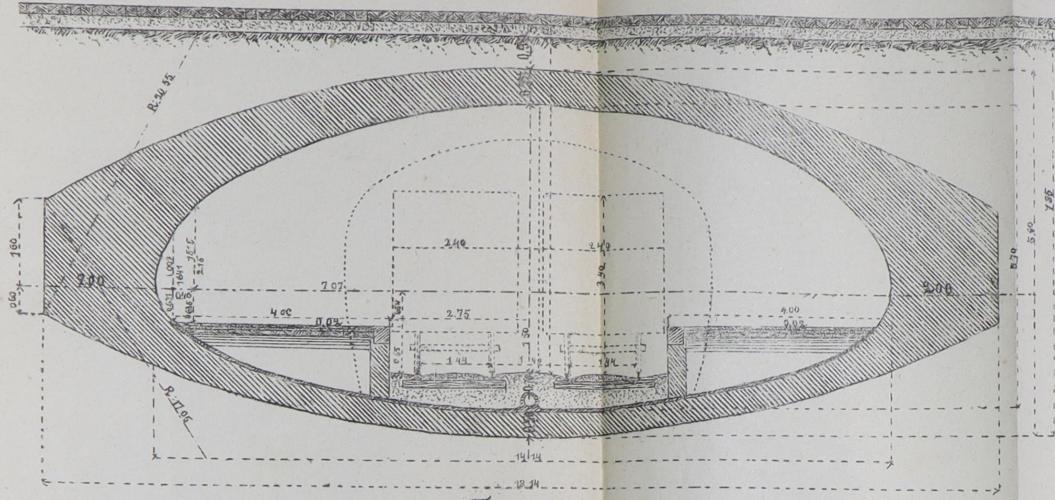
No. 31 - II cu.

T. M. Гирене навахо ханенхаро сюда
на правой. на купол R.50.

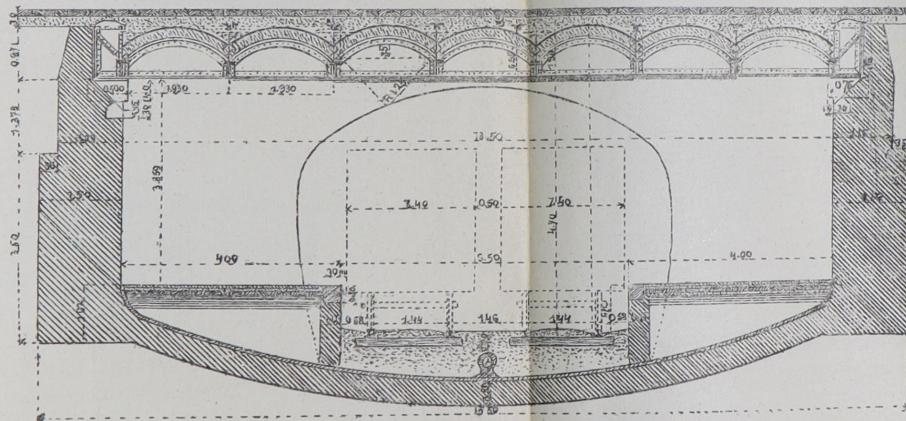


-V-32-II 2n

П. М. Генеральное расписание IV №1.

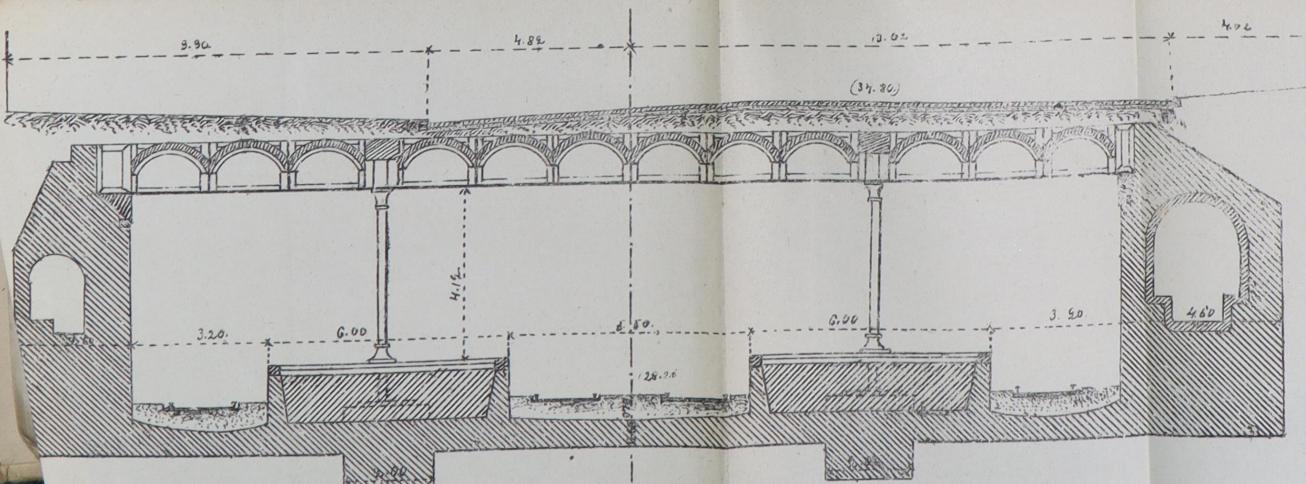


III. № 2



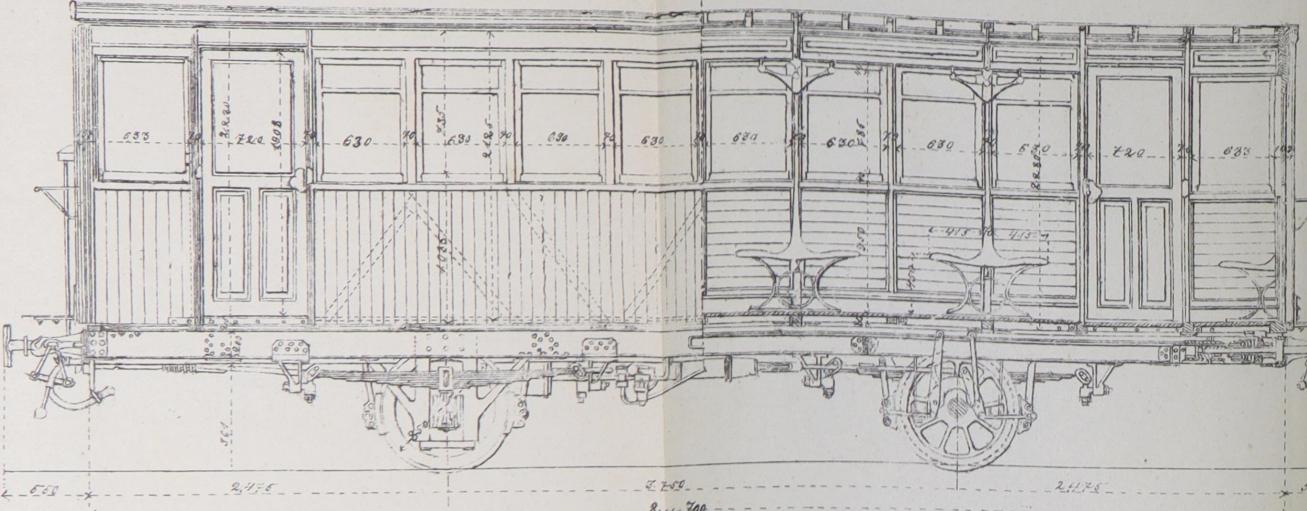
Nº 33. - II m.

T. M. *cionekaa emarginata*

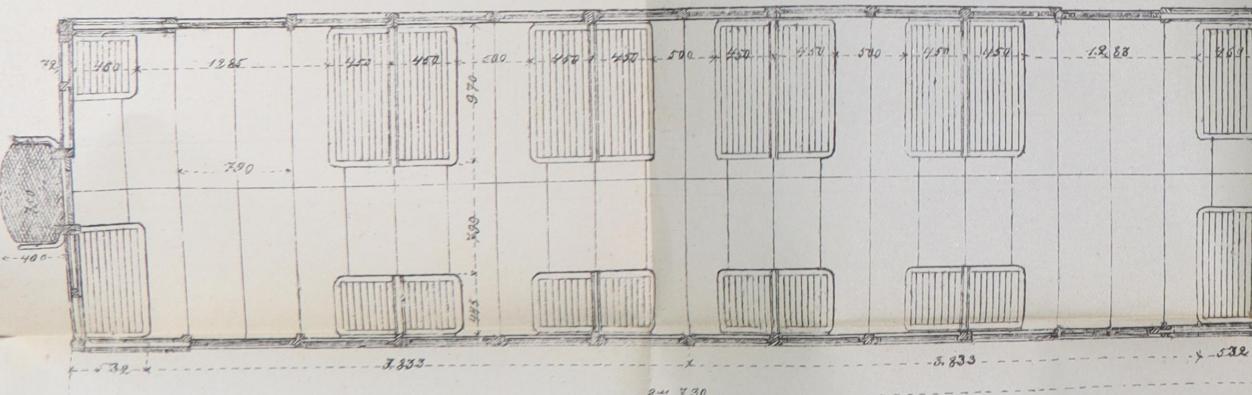


Вагоны старинного императорского.

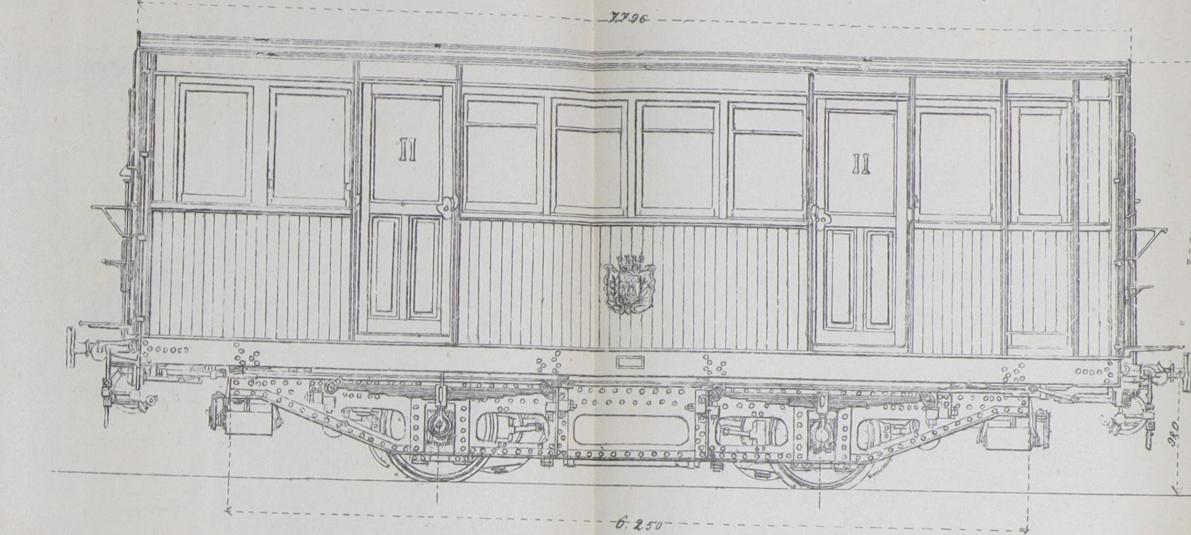
П.М.Черт. №34-III.
Продольный вид пассажирского вагона.



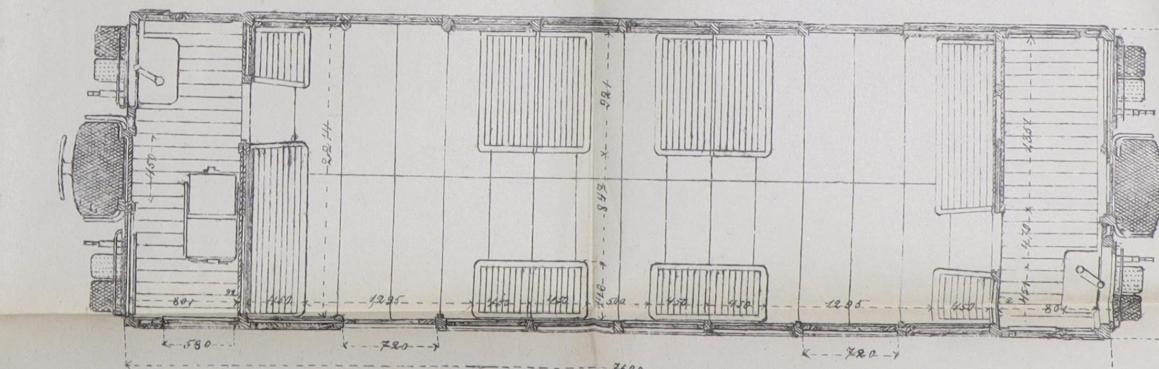
П.М.Черт. №35-III.
План.



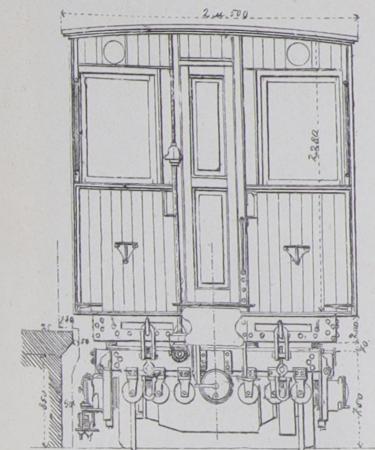
П.М.Черт. №36-III.
Самодвижущийся вагон с пассажирским помещением.



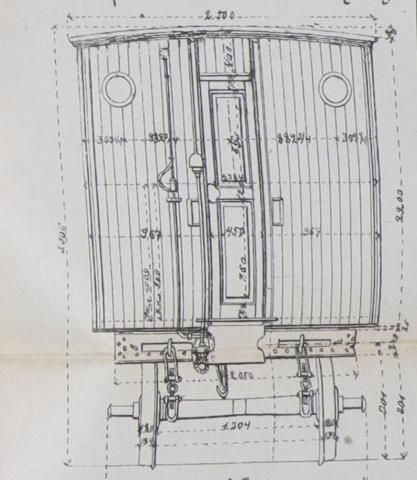
П.М.Черт. №37-III.
План.



П.М.Черт. №38-III.
Вид со стороны.



П.М.Черт. №39-III.
Вид
с противоположной стороны.



Железнодорожные туннельные сооружения.

План и продольная профильная частьности по направлению монастырского туннеля.

N° 1 - II.

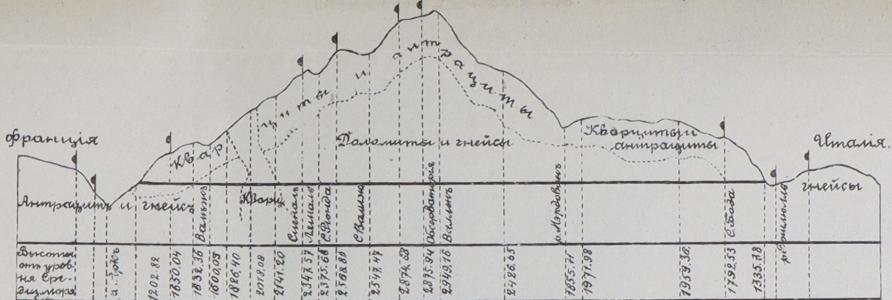
Tmaru

съ обозначеніемъ группъ.



Nº 9 - II.

Продольная профиль
съ обозначеніемъ групповои и сигналовъ (1):

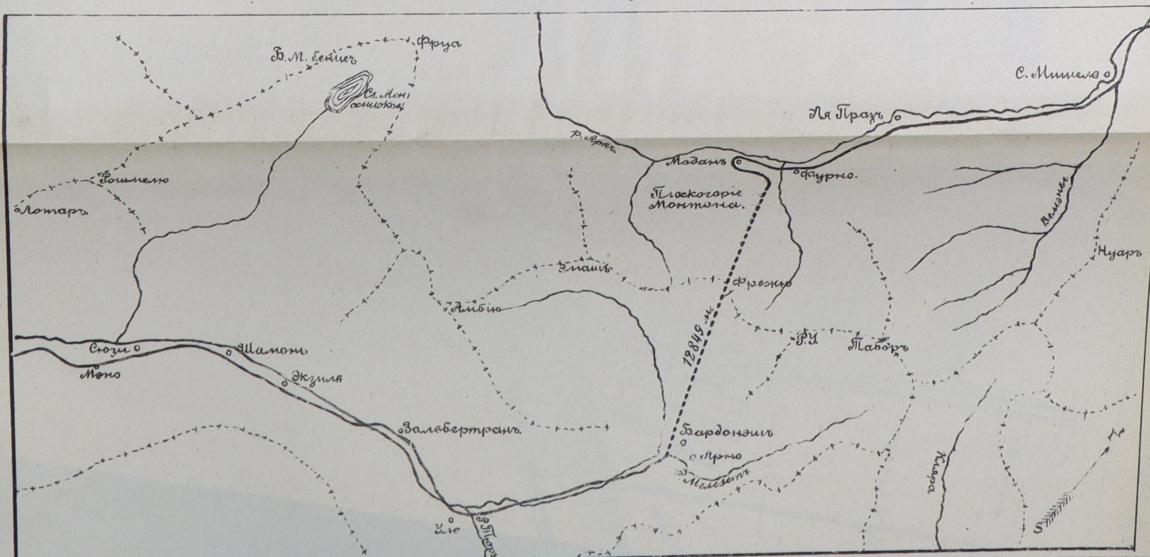


Обозначенія.

на планах:	на проекциях:
туннели.	туннели.
железная дорога	палубы жел.дор.
хребет горы.	граничики участков.
река.	сигналы.
каланч.сигналы	железнодор.станции.

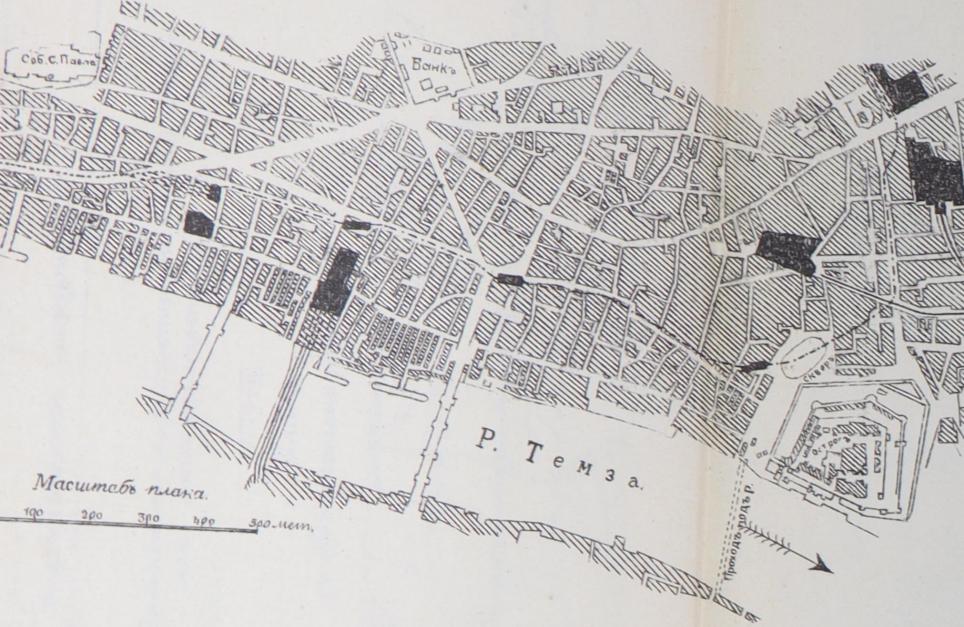
Nº 3 - II.

Планы искательности по направлению: чон-семисского туннеля и подходных к нему ж.-дорожных линий.



№ 7-II

Планъ расположения Лондонскихъ подземныхъ Желѣзныхъ дорогъ



Поясненія:

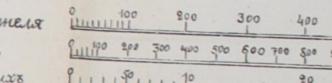
- на плане обозначает направление туннеля;
на профилях обозначает очертание части Северинской
тучи и шахты, расположенных вдоль туннельных осей.

Затягиванием истощения же г. становится

Масштабы профилей: гориз. для Мерс. топограф.

Документы

верт. обицій для обон



Сравнительная продольная профиль туннелей подъ р.р. Мерсей и Север

Nº

