

BIBLIOTEKA TECHNICZNO-NAUKOWA
DLA WSZYSTKICH — FISZERA

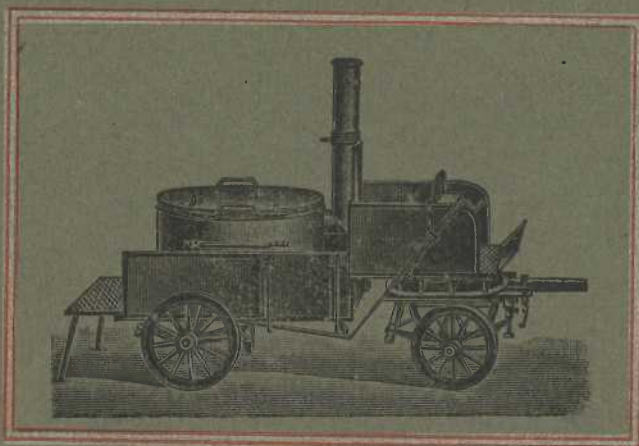
№ 18

INŻ. ROMAN Z. CIESIELSKI

ASFALT NATURALNY

w BUDOWNICTWIE

PRAKTYCZNE WIADOMOŚCI
DLA PRACOWNIKÓW ZAWODU
BUDOWLANEGO



Z 10 RYSUNKAMI

1922

NAKŁADEM KSIĘGARNI LUDWIKA FISZERA W ŁODZI

DRUKIEM GRAPOWA I MAZURKIEWICZA W ŁODZI

A
698/2

BIBLIOTEKA TECHNICZNO-NAUKOWA
DLA WSZYSTKICH — FISZERA

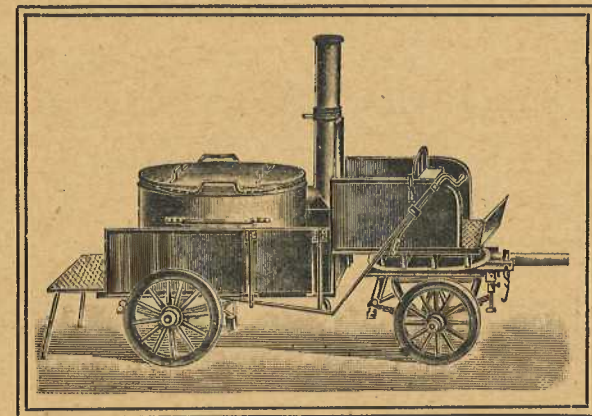
№ 18

INŻ. ROMAN Z. CIESIELSKI

ASFALT NATURALNY

w BUDOWNICTWIE

PRAKTYCZNE WIADOMOŚCI
DLA PRACOWNIKÓW ZAWODU
BUDOWLANEGO



Z 10 RYSUNKAMI

691.16

1922

NAKŁADEM KSIĘGARNI LUDWIKA FISZERA W ŁODZI

DRUKIEM GRĄPOWA I MAZURKIEWICZA W ŁODZI

26/10

h 720

BIBLIOTEKA
WYDZ.
ARCHITEKTURY

2357

SPIS TREŚCI.

	Str.
I. Historia asfaltu.	1
Znaczenie w technice, sceptycy — budowniczkowie i wynalazki, asfalt w starożytności, w Pięcioksięgu i u Lutra, wynalezienie pokładów w Europie, rozwój produkcji i spekulacja, asfalt sztuczny.	
II. Powstanie i własności asfaltu naturalnego.	7
Hipotezy i utrwalenie się teorii o powstaniu z ropy, badanie i rozróżnianie asfaltów naturalnych i sztucznych, podział asfaltu naturalnego, odkrycie praktycznej wartości asfaltu, asfalt petrowy, własności fizyczne i chemiczne asfaltu naturalnego.	
III. Rodzaje asfaltu naturalnego.	23
Syryjski, trinidad, pokłady w Ameryce.	
IV. Własności konstrukcji z asfaltu naturalnego.	29
Zalety nawierzchni, trwałość i wytrzymałość, badanie i próby.	
V. Asfalt ubijany.	34
Skała asfaltowa, pył asfaltowy, maszyny do przeróbki, wykonanie nawierzchni, aparaty i narzędzia, pokład z betonu, walcowanie, płyty prasowane.	
VI. Asfalt lany.	57
Mastyks, gudron, wykonanie nawierzchni, lane płyty, barwienie, mozaika, kostki lane brukowe.	
VII. Różne sposoby użycia asfaltu naturaln. w budownictwie.	72
Asfalt odporny ma działanie chemikalij, asfalt walcowany, mur, beton i zaprawa asfaltowa, asfalt wewnątrz budynku, na posadzki, wjazdy, podwórza, tarasy, naprawa bruku asfaltowego.	

SKOROWIDZ.

	Str.		Str.
Albertyt	28	Asfaltowy mur	73
Amerykańskie pokłady	27	Asfaltowy piasek	19
Anabityumen	9	Asfaltowy pył	35
Aparaty do podgrzewania pyłu asf.	45	Asfaltowy pył sztuczny	43
Asfalt w biblii	3	Asfaltowe skały	15
Asfalt elastyczny	41	Asfaltowa zaprawa	73
Asfalt górski	14	Asfaltyt	14
Asfalt, jako zaprawa	3, 73	Asphalte Trinidad Epuré	26
Asfalt kauczukowy	41	Babel, budowa asfaltem	3
Asfaltowy klinkier	42	Babilon, użycie asfaltu	3
Asfalt lany	57	Badanie asfaltu naturalnego przez uczonych	7
Asfalt lany, mieszaniny	66	Badanie bruku asfaltowego	32
Asfalt w starożytnej medycynie	4	Badanie pyłu asfaltowego	39
Asfalt nat., gatunki (zob. kopalnie)	23	Badanie skały asfaltowej	16
Asfalt naturalny, odróżnienie od sztucznego	10, 12	Barwne płyty lane	70
Asfalt naturalny, odmiany	14	Bauschingera, bad. zużycia bruku	32
Asfalt odporny na wpływy chem.	72	Bermudez, pokłady asfaltu	22, 27
Asfalt petrolowy	18	Beton asfaltowy	73
Asfalt, pochodzenie nazwy	2	Beton — lava	74
Asfalt w starożytności	2	Beton pod asfalt lany	66
Asfalt syryjski	2, 23	Betonowy pokład pod asfalt	47
Asfalt sztuczny, powstanie	6, 10	Bitum, pochodzenie nazwy	2
Asfalt trinidad	24	Bitumiczne skały	15
Asfalt trinidad epuré	26	Bituminizacja resztek zwierzęcych i roślinnych	8
Asfalt ubijany	34	Bratlera próba asfaltu	13
Asfalt ubijany, wykonanie	44	Bressona system impregn. skały asfaltowej	40
Asfalt walcowany	73	Browarniane piwnice, asfaltowanie	78
Asfalt wewnątrz budynku	74	Bruk asfaltowy, badanie	37
Asfaltów kopalnie	23	Bruk asfaltowy, naprawa	78
Asfaltowe drogi, zalety	29	Bruk z płytek lanych	69
Asfaltowy beton	73		
Asfaltowy cement	73		

	Str.		Str.
Bruk z płyt prasowanych asf.	52	Elateryt	14
Brukowe kostki lane	71	Engler, badanie asf. naturaln	7, 8, 9
Caudenberga asfalt elast., kaucz.	41	Fałszowany pył asfaltowy	43
Ceglany pokład pod asfalt	47	Fluorescencja w asfalcie	12
Cement asfaltowy	73	Formy do mastyksu	60
Cesi, skała bitumiczna	—	Formy do płyt lanych	69
Ciężar przestrzenny asfaltowej nawierzchni	32	Gatunki asf. nat. (zob. kopalnie)	—
Chapapota asfalty	27	Gaz świetlny, oddziaływ. na asfalt	31
Charakteryzacja asfaltów	20	Gilsonit	28
Chemiczny skład asfaltu nat.	22	Głucha skała	16
Chemiczny skład skał asfaltowych	16	Goudron mineral	14
Chemicznym wpływom odporny asfalt	72	Grahamit	28
Chlewy, posadzki asfaltowe	77	Granitowy bruk w porównaniu z asfaltem	29
Chodniki z płyt prasowanych asf.	56	Gudron do asfaltu lanego	61
Claye Durand, próba asfaltu	12	Hauenschilda próba asfaltu	32
Compagnie générale des asphaltes de France	5	Häussera patent na przygotowanie pyłu asfaltowego	40
Cumenge'go badanie asfaltu tri- nidad	26	Hipotezy o powstaniu asfaltu	7
Desintegrator	38	Historja asfaltu	1
Deseń na asfalcie	57, 70	Höfer, badanie asfaltu naturalnego	7
Dmuchawka piaskowa do badania zużycia bruku	32	Higjena asfaltowych dróg	30
Dobnia do ubijania asf. nawierzchni	50	Impregnacja dodatkowa pyłu	40
Domieszki do płyt prasowanych	52	Impregnacja kamienia asfaltow.	35, 15
Domieszki do mastyksu	60	Jost, wynalazca asfaltowych pokł. w Europie	4
Drogi asfaltowe, grunt pod	47	Kamień asf., wytopianie asf.	17
Drogi asfaltowe lane	57	Kamień bitumiczny	15
Drogi asfaltowe, profil	48	Kamień bitumiczny, sortowanie	34
Drogi asfaltowe, trwałość	31	Kanadyjskie pokłady asfaltu	28
Drogi asfaltowe, wykonanie	34	Katabityumen	9
Drogi asfaltowe, wynalezienie	17	Kauczukowy asfalt	41
Drogi asfaltowe, zalety	29	Klepiska asfaltowane	78
Durand Claye próba asfaltu	12	Klinkier asfaltowy	42
Dziegieć ziemny	14	Kocioł do gotowania asfaltu	55, 57, 58
Ebano, asfalt	19, 27	Koksowe piecyki	50
Ejrinus, badacz asfaltu	4	Kokotok	37
Ekgobityumen	9	Kopalnie asfaltu w Ameryce	27
Ekonomia dróg asfaltowych	29	„ „ „ Barbadoez	28
Eksploatacja skał asfaltowych	17	„ „ „ Bermudez	27
Elastyczny asfalt	41	„ „ „ Chapapota	27
		„ „ „ Cesi	16
		„ „ „ Guanaco	—

	Str.		Str.
Kopalnie asfaltu w Kanadzie . . .	28	Meneau, wynalezienie sposobu	
„ „ „ Limmer . . .	15	zastosowania skały asfaltowej	
„ „ „ Lobsann . . .	15	do budowy dróg	18
„ „ „ Manjak . . .	28	Mexican — Eagle asphalt . . .	19, 27
„ „ „ Maracaibo . . .	22, 21	Mleczarnie, posadzki asfaltowe .	77
„ „ „ Meksyku . . .	22, 27	Młynek krzyżowy	37
„ „ „ Pechelbronie . . .	20	Mozaika asfaltowa	70
„ „ „ Raguzie . . .	16	Mumja	2
„ „ „ Roccamorice . . .	16	Mur asfaltowy	73
„ „ „ San Valentino . . .	72	Museo Emanuele, mozaika asf. .	71
„ „ „ Sayssel . . .	15	Naprawa bruku asf.	78
„ „ „ Sotta della		Narzędzia do wykonania asfaltu .	49, 51
Marja . . .	27	Nawierzchnia z asf., wynalezienie	17
„ „ „ Syrii . . .	23	Normy dla pyłu asfaltowego . .	39
„ „ „ Tampico . . .	27	Odkrycie asfaltu w Europie . . .	4
„ „ „ Trinidad . . .	24	Odmiany asf. nat. (zob. kopalnie)	14
„ „ „ Tuxpan . . .	27	Odporność asfaltu naturalnego .	11
„ „ „ Valde Travers . . .	15	Odpylanie fabryki asfaltu	39
„ „ „ Wenecueli . . .	27	Oxybitumen	9
„ „ „ Vorwohle . . .	15	Patenty na wynalazki z zakresu	
Kostki brukowe lane	71	asfaltowego	1
Kosz koksowy	50	Perplex	37
Lany asfalt	57	Perskie budowle	3
Lane kostki brukowe	71	Petrolen	15
Lane płyty asfaltowe	68	Petrolowy asfalt	10, 18
Lawa — beton	74	Piasek asfaltowy	19
Limmer, skała bitum	15	Piasek do płyt prasowanych . .	53
Lobsann, skała bitum	15, 16	Pięcioksiąg o asfalcie	3, 4
Luter o asfalcie	4	Piecyki koksowe	50
Łamacze do kamienia asfaltowego	36	Pissoiry z asfaltu	77
Mabery, badanie powstania asf. .	10	Piwnice browarniane, asfaltowanie	78
Malo Ludwik	5	Pix tumens	2
Malta	8, 14	Place tenisowe asfaltowane . .	78
Manjak	28	Płyty asfaltowe lane	68
Marcusson, badanie asfaltu . . .	13	Płyty lane, barwne	70
Mastykator	58	Płyty prasowane	52
Mastyks	58	Pochodzenie asfaltu naturalnego	7
Mastyks terowy	59	Podgrzewanie pyłu asf., aparaty	45
Maszyny do rozdrabniania skały		Podłogi na pokładzie asfaltowym	75
asfaltowej	36	Pokład asfaltowy pod podłogi .	75
Meksykańskie kopalnie	27	Pokład pod asfalt lany	66
Mendelejewa badania asfaltu . .	7	Pokład pod asfaltową nawierzchnię	47
		Pokłady asfaltu (zob. kopalnie) .	17

	Str.		Str.
Polimeryzacja ropy	10	Skały bitumiczne, użycie do asfaltu	
Polybitumen	9	ubijanego	34
Posadzki asfaltowe	75	Skład pyłu asfaltowego	39
Posadzka z płytek lanych	68	Smoła blyszcząca	14
Potonies, badania asfaltu nat. . .	7, 9	Smoła ziemna	14
Powstanie asfaltu naturalnego . .	7	Smoła żydowska, pochodzenie	
Prasa hydrauliczna	54	nazwy	2, 23
Prasowane płyty	52	Sól, wpływ na asfalt	31
Prasowanie nawierzchni asfalt. . .	51	Sortowanie kamieni asfaltowych .	34
Profil ulicy	48	Sota della Maria, kopalnie asfaltu	27
Próby asfaltu natur. i sztucznego	12	Spad ulicy	48
Próba zużycia asf. nawierzchni .	32	Spekulacja asfaltowa	6
Przepalony asfalt	44	Stajenne posadzki asfaltowe . . .	76
Przesiewanie pyłu asfaltowego . .	39	Surogat asfaltu	10
Pył asfaltowy	35	Syryjski asfalt	11, 23
Pył asfaltowy fałszowany	43	Szew w pokładzie asfaltowym . .	50
Pył asfaltowy naturalny	39	Szlifowanie lanych płyt	70
Pył asfaltowy sztuczny	43	Sztuczne impregnowanie pyłu . .	40
Pył asfaltowy wojenny	43	Sztuczny asfalt	5
Raguza, skały bitum	16	Sztuczny pył asfaltowy	43
Roccamorice skały bitum	16	Szosa asfaltu, wynalezienie . . .	17
Rodzaje asfaltów naturalnych . .	23	Tampico, pokłady asfaltu	27
Ropa i asfalt	8	Tarasy asfaltowane	77
Rozdrabnianie skały asfaltowej . .	36	Tennisowe place asfaltowane . .	78
Rozpuszczalność asfaltu natural-		Teorje o powstaniu asfaltu nat. .	7
nego i sztucznego	11	Tłuczki	37
Rzeźnie, posadzki i asfalt	77	Tramwajowy tor, wykonanie	
San Valentino, asfalt	72	w asfalcie	41
Sassenay'a, hr. zakłady asfaltowe	5	Trinascol	26, 28
Sayssel, skała bitumiczna	16	Trinidad asfalt	11, 24, 22
Sayssel, stacja doświadczalna dla		Trinidad asfalt, épuré	26
asfaltu	5	Trinidad asfalt, kopalnie	25
Semiramidy, budowle	3	Trwałość asfaltowych dróg . . .	31
Siarki dodatek do pyłu asfaltowego	40	Tuxpan, pokłady asfaltu	27
Siarki udział w powstawaniu bi-		Ubijany asfalt, wykonanie	44
tumu	10	Ulica asfaltowana	29
Sita do pyłu asfaltowego	39	Uintaid	28
Skały asfaltowe	15	Usypanie pyłu asf. na pokładzie	49
Skała asfaltowa, badanie	16	Val de Travers	15, 16
Skała asfaltowa chuda	16	Wenecuelskie pokłady asfaltu . .	27
Skała asfaltowa głucha	16	Vorwohle, kopalnia asfaltu . . .	15
Skała asfaltowa tłusta	16	Walcowany asfalt	73
Skały bitum, rozdrabnianie	—		

	Str.		Str.
Wałek ręczny	49	Zalety asfaltu naturalnego	34
Wałkowanie asfaltu lanego	68	Zanieczyszczenie asfaltów natur.	17
Wałkowanie nawierzchni asfalt. .	51	Zapach asfaltu nat. i sztucznego	10
Własności asfaltu naturalnego . .	7	Zaprawa asfaltowa	3, 73
Wojenny pył asfaltowy	43	Zawartość bitumu w kamieniu .	15
Wynalazki z zakresu asfaltowego	1, 18	Zużycie asfaltowej nawierzchni .	37
Wytrzymałość bruku asfaltowego	37	Żwir	64
Wytrzymałość konstrukcji asfalt.	37		

I. Historja asfaltu.

Asfalt stał się w ostatnich czasach artykułem ważnym i modnym, szczególnie w budownictwie zajął we wszystkich jego działach wybitne miejsce, a nadto odgrywa także poważną rolę w lakiernictwie, elektrotechnice, reprodukcji i t. p.

Znaczenie asfaltu datuje się właściwie od niedawna, jako datę jego wzrostu przyjąłby można rok 1712 t. j. czas odkrycia pokładów asfaltu w Val de Travers w Szwajcjarji, jednak pamiętać należy, że w czasie tym odkryto nieznanne dotychczas w Europie pokłady, ale nie sam asfalt, jako taki — materiał ten był już bowiem znany w bardzo odległej starożytności, a z początkiem wieku XVIII przypomniał tylko ludzkości swe istnienie i swą wartość.

Zastrzeżenie takie jest konieczne ze względu na sceptyczne usposobienie budowniczego wobec wszelkich nowości w materiałach budowlanych. W słusznem pojęciu jego zyskują one na zaufaniu i wartości dopiero w miarę doświadczeń, jakie z nimi w praktyce poczyniono, a że z natury rzeczy doświadczenia rozciągają się nie na dziesiątki, ale na setki lat, że wieki dopiero świadczą o istotnej wartości materiału budowlanego, dlatego wytrawny budowniczy, przy doborze materiałów do wybitniejszego swego dzieła, na ten sąd wieków się ogląda.

Konserwatyzm taki ma swoje uzasadnienie, przynosi dodatnie skutki i często chroni od bolesnych zawodów.

Należy bowiem wziąć pod uwagę, że w wytwórstwie materiałów budowlanych, jak i w innych dziedzinach współczesnego przemysłu, panuje nadprodukcja wynalazków. Dr. Marcusson w swem doskonałym dziele: „Die natürlichen und künstlichen Asphalte” (Lipsk, Engelmann, 1920) cytuje ponad 113 patentów tylko z dziedziny asfaltów. Każda drobnostka bywa patentowana i reklamowana, wśród tej powodzi zdarzają się pomysły dobre i chybione, takie, które przynoszą ze sobą rzeczywisty postęp i takie, które, zapowiadając szumnie daleko idące przewroty, giną wkrótce i bezpowrotnie w fali zapomnienia.

Wartość nowości w innych działach techniki łatwiej i niewielkim kosztem można zbadać i ocenić, ale w budownictwie ryzykowałoby się, przy zastosowaniu poronionych pomysłów, nie tylko bardzo wysokie sumy, ale życie ludzkie.

Asfalt ma już swoją dobrą tradycję, znany on był ludom starożytnej Persji, Mezopotamji, Judei, Fenicji, Egiptu, dalej Grekom i Rzymianom na wiele wieków przed Chrystusem. W różnych czasach i u różnych narodów nazwa jego bywała różną; ponieważ np. najbardziej w starożytności znanem miejscem eksploatacji było Morze Martwe w Palestynie, zwano asfalt „smołą żydowską”. Najbardziej utarte wyrażenie „asfalt” jest pochodzenia greckiego, a drugie równie często używane określenie „bitum” (bitumen) pochodzi z łacińskiej nazwy „pix tumens”, t. zw. gotująca się względnie żarząca smoła.

Persowie zwali go „mumya” i znali jego zdolność konserwowania ciał organicznych przed gniciem. Sztukę tę przejęli od nich Egipcjanie i doprowadzili ją do nadzwyczajnego rozwoju. Balsam, przez nich sporządzany, składał się z asfaltu, olejku cedrowego i innych domieszek, a konserwowane nim zwłoki nazwano od użytego środka mumją.

Asyryjczycy, obok użycia go w budownictwie, wypalali także z szuwaru i trzciny naczynia polewane asfaltem, w których trzymano chłodne płyny.

W budownictwie używano asfaltu szczególnie w Asyrii, Mezopotamji i Persji, i to, jako środka do ochrony murów przed działaniem wilgoci, oraz jako zaprawy do wiązania ścian z palonych lub suszonych cegieł glinianych. W. Jepp twierdzi, że użycie asfaltu do tego celu jest nawet dawniejsze, aniżeli znajomość wapna palonego. W każdym razie asfalt okazał się nie tylko doskonałym środkiem do wiązania murów, ale także do konserwacji ich przed niszczącym wpływem działań atmosferycznych. Świadczą o tem szczątki wielu pomników ówczesnego budownictwa tych krain, jakie mimo słabego materiału budowlanego, z którego je zbudowano, a więc z palonej lub suszonej cegły, dochowały się do naszych czasów tylko dzięki asfaltowi.

Na takiej zaprawie zbudowane były mury miasta Babilonu o długości 12 mil geograficznych, wieża Babel była od dołu na znaczną wysokość oblicowana cegłą na zaprawie asfaltowej, co miało ją chronić od skutków wylewu Eufratu. Do tej budowli odnosi się też wzmianka w Pięcioksięgu Mojżesza, wspominająca po raz pierwszy w literaturze o asfalcie (*haberuntque lateris pro saxis et bitumem pro caemento*). W tychże samych księgach powiedziano, że arka Noego i kolebka, w której znaleziono Mojżesza, uszczelnione były asfaltem. Słynne budowle Semiramidy, między niemi tunel pod Eufratem o długości 500 tois*), wykonane były na zaprawie asfaltowej.

Wielu wybitnych pisarzy starożytności jak Herodot, Strabo, Vitruvius i inni, interesowało się asfaltem i podało o nim obszernie opisy. Dowiadujemy się z nich, jak poważne miejsce zajmował on w handlu, rzemiosłach i sztuce budowlanej starożytnego Wschodu. Mistrzami w używaniu asfaltu zdają się być w owym czasie Asyryjczycy i Babilończycy, z ich upadkiem i z następującymi później przewrotami dziejowymi, zanika coraz bardziej rozpowszechnienie a nawet znajomość asfaltu, aż wreszcie ginie ona prawie

*) około 975 m.

zupełnie w niepamięci. Jest to zastanawiające, bo w wypadku tym nie chodzi o jakąś umiejętność, któraby przechowywana w tradycji lub zapiskach wraz z niemi zaginęła, chodzi o produkt natury, który jak poprzednio tak i później znajdował się w wielkich masach na tych samych złożach i którym dalej kwitnął rozległy handel, gdyż Fenicjanie eksportowali go w dalekie kraje, wreszcie o którym wielcy pisarze wielokrotnie i obszernie wspominali w dziełach, zachowanych w oryginałach lub odpisach, aż do naszych czasów.

Mimo to o asfalcie słuch do tego stopnia zaginał, że *Luter* go zupełnie nie znał i w poprzednio przytoczonym łacińskim tłumaczeniu zdania z Pięcioksięgu słowo „bitumen” tłumaczy na „Ton” (głina). W jednej tylko średniowiecznej medycynie pozostał jeszcze słaby ślad asfaltu, który pod nazwą mumji przeszedł do niej z medycyny starożytnej i stosowany był tu jak i tam, jako pełen tajemniczych właściwości, uniwersalny środek na wszystkie bóle ludzkości. Z kuchni aptecznej przedostawał się niekiedy i do kociołka alchemika, szukającego w nim — kamienia mądrości.

* * *

Dopiero przypadek wprowadza asfalt ponownie na widownię, on to zrząda, że w r. 1712 obywatel szwajcarski *Jost* zwraca osiadłemu w Szwajcarji lekarzowi, nazwiskiem *Ejrinus*, z pochodzenia Grekowi, uwagę na szczególny gatunek kamienia, znajdowanego w Val de Travers, posiadającego małą twardość, dającego się więc łatwo obrabiać, a co dziwniejsze — palnego. Była to skała asfaltowa. *Ejrinus* zainteresował się tym materiałem, odkrył jeszcze dalsze jego pokłady i rozpoczął systematyczne badanie własności i składu kamienia, oraz sposobu zastosowania go na szerszą skalę w życiu praktycznym.

Ejrinus przeniósł się później do Alzacji, gdzie prowadził dalej swe badania, — on też pierwszy podał sposób wytwarzania i użycia t.zw. *mastyksu* asfaltowego, który przez

długie lata stanowił jedyną formę, w jakiej asfalt wchodził do budownictwa. On wreszcie poczynił wiele doświadczeń z asfaltem, jako materiałem, chroniącym przed wilgocią.

Prace jego wprowadziły asfalt do kombinacji konstruktora i do pracowni teoretyka, jemu zawdzięczamy odkrycie i właściwe rozpoznanie wartości tego cennego materiału.

Dalszym etapem w rozwoju znaczenia asfaltu było nabycie w roku 1802 przez hr. *Sassenay* kilku zakładów asfaltowych i urządzenie w *Sayssel* specjalnej stacji doświadczalnej, wyłącznie dla tego materiału. Umiejętnie prowadzone badania i próby przekonały o wartości asfaltu, rozszerzyły znacznie zakres jego stosowania, a równocześnie zapewniły świetne powodzenie fabrykom hrabiemu. Zachęciło to oczywiście kapitał do przedsięwzięcia tego rodzaju, powstał więc długi szereg zakładów nowych w Szwajcarji, Niemczech, Włoszech, Francji i i.

Panował nawet okres „gorączki asfaltowej”, powstawały i upadały wówczas towarzystwa akcyjne, oparte nieraz na zupełnie fikcyjnych kopalniach. Materiał sam był nowy, dość egzotyczny, owiany do tego nimbem tajemniczości, dawał więc pole do szerokiej i szumnej reklamy, która niemało łatwowiernych pociągnęła i wkońcu przyprawiła o straty. Obok tego niezdrowego objawu, towarzyszącego zresztą w owym czasie jak cień nieodłącznie wszystkim wybijającym się przedsięwzięciom, nie brakło oczywiście realnych towarzystw, które przetrwawszy przesilenia, wywołane spekulacją, rozwinęły się w wielkie przedsiębiorstwa. Do największych z nich zaliczyćby można utworzone w r. 1860 „*Compagnie générale des asphaltes de France*”. Jeden z dyrektorów tego przedsiębiorstwa, *Ludwik Malo*, stał się wkrótce pierwszorzędną powagą fachową w dziedzinie asfaltu.

Wybitny rozwój techniki w ostatnich okresach, przyniósł ze sobą materiał, z wielu względów do asfaltu zbliżony i w pewnych razach mogący go zastąpić. Jest to t. zw. *asfalt sztuczny*, otrzymywany z mazi gazowej, która długie lata była bardzo uciążliwym produktem ubocznym przy

fabrykacji gazu świetlnego. Zczasem nauczono się z tych pozostałości destylacji węgla kamiennego wydobywać bardzo cenne i poszukiwane związki: benzol, fenol, krezot, naftalinę, antracen i wiele innych.

Ostateczna pozostałość destylacji weszła w użycie, jako „asfalt sztuczny” i znalazła wielorakie zastosowanie, między innymi także w przemyśle budowlanym.

Są pewne działy budownictwa, w których asfalt sztuczny spełnia włożone nań zadanie, użycie jego jednak nie powinno wychodzić poza właściwy zakres, cierpi bowiem na tem budowa, gdyż pamiętać należy, że między temi dwoma materiałami panuje tylko podobieństwo, asfalt sztuczny jednak nie może i nie powinien zastępować naturalnego.

Jeżeli mimo to w handlu spotyka się taką zamianę, to jest ona oczywiście — falszerstwem. To ma zresztą także swoją piękną tradycję, bo już Plinusz przestrzegał przed tym procederem, mówiąc: „asfalt prawdziwy ma być błyszczący i czarny, inaczej jest fałszowany — smołą.”

Współcześnie stał się asfalt nieocenionym materiałem do budowy dróg, odgrywa wybitną rolę w lakiernictwie dzięki głęboko czarnej barwie czystego bitumu, oraz możliwości roztwarzania go łatwo lotnymi płynami jak benzyna, benzol, olej terpentynowy i i.

Elektrotechnika używa asfaltu naturalnego do izolacji, zalewania i t. p., w instalatorstwie służy do kitowania rur. Nadaje się dobrze do sporządzania kitów i lepiszcz. Znajduje również zastosowanie do wyrobu surogatu kauczuku, w technice reprodukcyjnej i t. p.

II. Powstanie i własności asfaltu naturalnego.

Zdaje się nie ulegać nadal wątpliwości, że asfalt powstał z ropy, jednak procesy, które to przejście umożliwiły, a nawet samo powstanie ropy, jako takiej, nie zostało jeszcze ostatecznie wyjaśnione, istnieje tylko szereg hipotez, usiłujących tę kwestję rozstrzygnąć i szukających oparcia w zjawiskach i faktach, zaczerpniętych z przyrody lub wziętych z laboratoryjnych doświadczeń.

Poglądy na tę sprawę dzielą się na dwie główne grupy: nieorganiczną i organiczną. Rzecznikiem pierwszej jest Mendelejew, jednak uczeni skłaniają się dziś powszechnie do drugiej grupy poglądów, której przedstawicielami są uczeni niemieccy Engler i Höfer, zawdzięczający swe głośne w świecie nauki imię pracom i doświadczeniom w tej dziedzinie, wspartym pracami Potonié'go.

Niektórzy z badaczy drugiej grupy opierają się na fakcie, że w dawnych okresach geologicznych, dzięki rozmaitym kataklizmom, zostały zatopione i zamulone wielkie ilości drzew, przy odpowiedniej temperaturze i pod olbrzymim ciśnieniem przeszły one proces suchej destylacji, a rezultatem jej był węgiel, który pozostał w zagłębiu, oraz gazy i pary, które stąd uszły i zagęszczone — dały ropę. Przez suchą destylację drzewa dochodzi się rzeczywiście do produktu, zbliżonego do asfaltu, jednak — jak podnoszą przeciwnicy tego poglądu — jest w tym procesie to znamienne, że powstałby tu musiał, jako pozostałość po tej destylacji, także koks, którego dotychczas nigdzie w pobliżu asfaltu nie znaleziono.

Inni wychodzą z założenia, że ropa powstała z rozkładu resztek pochodzenia zwierzęcego, a w szczególności z ich tłuszczu. Nasuwa się w tym razie pytanie, w jaki sposób zgromadziły się w pewnych punktach ziemi te masy ciał zwierzęcych, których potrzebą byłoby na utworzenie olbrzymich podziemnych rezerwuarów nafty, względnie pokładów asfaltu, a dalej, co się stało z ich mięsem i kośćmi, kiedy brak po nich w ropie śladów, nie ma ona bowiem żadnych ciał azotowych, a te pozostałyby w niej powinny.

Na pytania te odpowiedziano przypuszczeniami, mającymi wiele cech prawdopodobieństwa. Oto nagromadzone masy resztek zwierzęcych należały do fauny morskiej, która zginęła albo wskutek jakiegoś kataklizmu, albo też skutkiem tego, że ilość soli, zawartej w danym morzu, uległa zmianie. Jest bowiem rzeczą stwierdzoną, że wiele zwierząt morskich potrzebuje do istnienia swego wody o określonej gęstości; jeżeli gęstość cieczy skutkiem odparowania wody wzrosła, albo przez spłynięcie do basenu wielkiej ilości wód słodkich — rozrzedziła się, wówczas nastąpić mógł masowy pomór zwierząt i lokalne nagromadzenie się ich resztek w pewnym obszarze wód. Masy te, skutkiem jakichś zmian geologicznych, mogły być wystawione przez pewien czas na działanie powietrza, a pod jego wpływem rozłożyły się związki białkowe, — i dlatego brak w ropie ciał azotowych, — pozostał zaś tłuszcz, jako wytrzymałszy. Z biegiem kolejnych zmian tłuszcz ten pokryły pokłady piasku, szlamu, wkońcu mas skalnych, wywołując olbrzymie ciśnienie, a pod jego działaniem i pod wpływem temperatury, w obecności zaś siarki, tłuszcz przeszedł szereg procesów, które doprowadziły do powstania ropy, z niej wytworzył się ciekły asfalt zwany *malta* (ter górski), a wreszcie asfalt *stały*, jako produkt końcowy.

Silną stroną tej hipotezy są doświadczenia *Englera*, wykonane w warunkach — o ile to oczywiście było osiągalne, — zbliżonych do pierwotnie działających, dały one w rezultacie masę do ropy analogiczną.

Na pytanie, czy można przypuścić, że tak ogromne masy ryb, jakich do wytworzenia istniejących ilości ropy potrzeba, znalazły się do dyspozycji, odpowiada Dr. *Oskar Nagel* twierdząco. Dowodzi on, że gdyby się policzyło połów śledzi na północnych wybrzeżach niemieckich przez lat 2500 i przyjęło, że tylko połowa ich tłuszczu przemieniła się w ropę, to ilość ta dostarczyłaby jej tyle, ile jej dotychczas w Galicji wyprodukowano.

Potonié, stając w zasadzie na gruncie tych hipotez udowodnił, że kataklizm nie jest tu niezbędnym i w rozwoju swych badań nad mułem wód stojących doprowadził do stwierdzenia, że może on być także podstawą do tworzenia się ropy względnie asfaltu. W tym razie nie katastrofalne zdarzenia, ale codzienne życie dostarczałoby materiału podstawowego do bituminizacji resztek roślinnych i zwierzęcych.

Hipotezy wprowadzają jednak przypuszczenie, że ma się tu do czynienia raczej z depolimeryzacją, że więc z tłuszczu, wosku, żywicy i t. p. resztek świata zwierzęcego i roślinnego powstają wysoko molekularne, nierozpuszczalne bitumy, które w drugiej fazie przechodzą pod wpływem gorąca i ciśnienia w ciała niestałe. *Engler* porządkuje te zjawiska w systematycznym szeregu, znacząc poszczególne fazy bituminizacji jak następuje:

1. *Anabitumen*, bitum tworzący się (wosk sapropelowy, wosk z wodorostów, zwłok zwierzęcych i t. d.).
2. *Polybitumen*, jest to nierozpuszczalny produkt polimeryzacji i kondensacji anabitumu. (Między innymi należą tu liczne łupki bitumiczne).
3. *Katabitumen*, jest to półpłynny produkt, powstały z poprzednich dwóch pod wpływem gorąca i ciśnienia.
4. *Ekgonobitumen*, będący właściwie ropą, ze śladami poprzednich form.
5. *Oxybitumen* względnie asfalt, powstały z poprzedniego przez oksydację i polimeryzację.

Przemiany następować mogą w powyższym porządku, mogą jednak przeskakiwać poszczególne fazy.

Charakterystycznym przy powstawaniu asfaltu jest udział siarki, która znajduje się zawsze w sąsiedztwie pokładów asfaltu w stanie wolnym, lub wód, zawierających siarkowodory. Widzimy to nad Morzem Martwym, na wyspie Trinidad, na Sycylii, około Hanoweru i t. d.

Skłonne do tworzenia asfaltu są ropy, zawierające wiele nienasyconych węglowodorów i połączeń siarkowych, nie są zaś skłonne ropy, zawierające parafinę.

Doświadczenia nad przemianą ropy w asfalt przeprowadził laboratoryjnie z dobrym skutkiem *Mabery*.

Odgrywający tu wybitną rolę proces polimeryzacji, jest spotykana w naturze przemianą ciała płynnego na stałe, bez zmiany procentowego stosunku składników.

* * *

Wszechstronne badania asfaltu naturalnego i sztucznego doprowadziły do ustalenia pewnych wskazówek, pozwalających w sposób niewątpliwy, odróżnić jedno od drugich.

Do pierwszej grupy należą asfalty, znajdujące się w przyrodzie, a powstałe z ropy naftowej, przypuszczalnie w sposób wyżej opisany. Tu należy także asfalt *petrolowy*.

Do drugiej zaliczamy wszystkie inne gatunki asfaltu, otrzymywane przez destylację teru z węgla kamiennego, brunatnego i in., jest to więc produkt sztuczny, nazywany również *surogatem* asfaltu.

Asfalt naturalny różni się od sztucznego zachowaniem się wobec czynników rozkładających tłuszcz, jak np. wobec benzolu, chloroformu, eteru i in., jest w nich bowiem zupełnie lub częściowo rozpuszczalny, — natomiast sztuczny tylko w bardzo małym stopniu. Zapach asfaltu naturalnego przypomina naftę, gdy sztucznego — fenol, kreozot i t. p.

Przykłady zachowania się asfaltu naturalnego wobec czynników rozpuszczających:

Asfalt	Rozpuszcza się w				
	alkoholu	eterze	chloroformie	naftcie	oleju terp.
z Syrji	4 %	44 %	całkowicie	całkowicie	całkowicie
z Trinidad . .	5 %	57 %	"	"	"
z Maracaibo .	mało	częściowo	"	"	"
z Barbadoes .	częściowo	"	"	"	"
z Pechelbronn	"	prawie zupełnie	"	"	"

W praktyce asfalty naturalne różnią się od sztucznych tem, że pierwsze są na działanie atmosferyczne o wiele odporniejsze, a na zużycie wytrzymalsze, gdy drugie, skutkiem swego składu chemicznego, ulegają pod działaniem powietrza względnie tlenu rozkładowi, tworząc masę kruchą i spękaną, niszczącą łatwo pod działaniem mrozu i sił mechanicznych.

Ogromną wartość jaką asfalty naturalne mają w technice zawdzięczają rozlicznym własnościom, szczególnie wyróżnia je:

Odporność na zmiany temperatury, na wpływ czynników atmosferycznych, na działanie kwaśnych i alkoholicznych płynów, gazów i pary.

Wytrzymałość na mechaniczne zużycie.

Nieprzemakalność, wielka elastyczność, złe przewodzenie ciepła, elektryczności i głosu.

W technicznej wartości między asfaltem naturalnym a sztucznym zachodzi więc znaczna różnica, nie też dziwnego, że niesumienny handel usiłuje często za wygórowaną cenę zbywać tanie surogaty asfaltu; nauka, walcząc z tym procederem, daje odbiorcy szereg wskazówek, przy pomocy których w sposób łatwy a niewątpliwy stwierdzić można wartość materiału.

Próba według *Duranda Claye*. Próbkę asfaltu rozpuszcza się w dwusiarczku węgla, roztwór poddaje się filtracji, poczem dwusiarczek węgla usuwa się przez odparowanie, pozostałość zaś jeszcze tak długo się ogrzewa, by po ostudzeniu była twardą i kruchą, jak zwykła smoła. Tę stwardniałą masę tłuczemy w moździerzu na pył, którego 1 kg daje się do próbówki i nalewa pięciu cm^3 angielskiego kwasu siarkowego, próbówkę się zatyka i pozostawia przez 24 godziny w spokoju. Po tym czasie nalewa się do próbówki pipetą około 10 cm^3 wody w małych dawkach i w odstępach czasu; ostrożność ta jest konieczną ze względu na wysoką temperaturę, wywiązującą się przy tej manipulacji. Otrzymany w ten sposób roztwór filtruje się ponownie, przy użyciu do spłókiwania około 100 cm^3 wody. Jeżeli użyta do doświadczenia próbka była asfaltem naturalnym, wówczas ten końcowy płyn będzie bezbarwny albo nieznacznie zabarwiony, natomiast asfalt sztuczny da zabarwienie ciemnobrunatne do czarnego. Między temi dwoma ostatecznymi barwami można wytworzyć sobie w każdej pracowni szereg pośrednich, które siłą swego zabarwienia wskazywać będą na stopień zafałszowania asfaltu naturalnego surogatem.

Próba według *Hauenschilda* polega na użyciu alkoholu; radzi on postępować w sposób następujący: 1 g materiału podgrzewa się blisko do 200° C, po ostudzeniu tłucze się go na pył i nalewa 5 cm^3 alkoholu o 80° Gay Lussaca. Rozczyn daje już przy zawartości 2% asfaltu sztucznego, zawartego w masie, żółtawy wyraźny odcień z widoczną odgórą fluorescencją zieloną do niebieskiej. Zabarwienie i fluorescencja przybierają na sile w miarę zwiększonej domieszki surogatu.

Podobne badania doprowadziły do ustalenia następujących punktów wytycznych (*Sporny*):

1. Masa asfaltowa o tym samym składzie daje zawsze to samo zabarwienie alkoholu.

2. Mastyks asfaltowy z naturalnego bitumu daje zawsze tę samą przejrzystość, niezależnie od zawartości asfaltu naturalnego, w stosunku do innych składników mastyksu.

3. Asfalt sztuczny stale zabarwia alkohol i to tem bardziej, im więcej zawiera teru gazowego lub innego.

4. Mieszanina asfaltu naturalnego ze sztucznym daje zabarwienie ciemne, nawet wówczas, gdy surogat znajduje się tylko w $\frac{1}{50}$ części.

Nowszą metodę stworzył *Rudolf Bratler* (*Mitteilg. d. k. k. Versuchsamt Wien* 4, 60—65, 1915), która polega na próbie rozpuszczalności asfaltu w acetonie i na reakcji diazobenzolowej. Bratler odpowiednio przygotowany 1 g bitumu nalewa acetonem i obserwuje fluorescencję; potem roztwór ten odparowuje, pozostałość zbiera przy pomocy ługu sodowego i dodaje kilka kropel roztworu diazobenzol-chlorowego. Asfalt naturalny daje brunatny, niefluoryzujący wyciąg acetonowy i negatywną reakcję diazonową. Smoła petrołowa daje wyciąg brunatny do żółtego, z silnie żółtozieloną fluorescencją i negatywną reakcją diazonową, asfalt sztuczny daje wyciąg żółty, ciemnozieloną fluorescencję i pozytywną reakcję diazonową. Nadto asfalty naturalne wywiązują silne siarkowodory, w przeciwieństwie do asfaltu petrołowego i sztucznego, w których brak ich zupełny.

Marcusson opracował metody ustalania drogą analizy jakościowego składu masy asfaltowej, ze względu na obecność w niej produktu sztucznego, nadto podaje także sposoby ilościowego oznaczenia tego materiału*).

Najprościej bada się czystość asfaltu naturalnego w ten sposób, że próbkę, nalaną benzolem, ogrzewa się w próbówce, — pozostałość filtruje i wymywa. Jeżeli pozostaną w niej znaczne ilości ciał węglowych, to zachodzi podejrzenie, że asfalt zafałszowano terem pogazowym, jeżeli

*) Zob. także *Zeitschrift f. angew. Chemie* 1913, I, 91.

natomiast zabarwienie pozostałości będzie szare albo żółte, to pochodzić może od normalnych domieszek asfaltu naturalnego.

* * *

Asfalt naturalny tworzy liczną gromadę odmian, różniących się między sobą własnościami fizycznymi, a do pewnego stopnia także chemicznymi.

Stan skupienia asfaltów naturalnych może być różny; od stałego, o twardości zbliżonej do gipsu, aż do ciekłego. Gatunek stały określa się w praktyce nazwą „asfalt” (smołowiec, bitum), gatunki płynne o różnej gęstości, tworzące jakby pośrednie ogniwo między ropą a asfaltem, nazywane bywają terem górskim (Goudron mineral, smoła ziemna, dziegieć ziemny, maź, gudron, malta). Ter górski wsiąkał w pewnych warunkach w skały wapienne, dolomity lub piaskowce i wytworzył impregnację, którą zwiemy skałą bitumiczną. Istnieją również piaski bitumiczne.

Asfalt naturalny można podzielić na:

Właściwy asfalt (smołą ziemną), pojawiający się na powierzchni ziemi, stałe zanieczyszczony mineralnymi domieszkami, najczęściej używany w budownictwie. Zalicza się tu asfalt: trinidad, bermudez, wenezuelski, kalifornijski, meksykański i inne.

Asfaltyt (smoła błyszcząca) pochodzenia kopalnego, wydobywany przeważnie górnico, bardzo czysty. Odznacza się wielką twardością, silnym połyskiem, zastosowywany głównie w lakiernictwie. Należą tu gatunki: syryjskie, gilsonit, grahamit, albertyt, manjak, wurzilit i inne.

Ter górski (goudron mineral, malta, elateryt, smoła ziemna, dziegieć ziemny), jest asfaltem mniej lub więcej ciekłym, uważany bywa za niedokończoną formację asfaltu stałego, albo też za asfalt stały, rozpuszczony w węglowodorach.

Barwę ma ciemnobrunatną do czarnej, ciężar właściwy czystego teru górskiego wynosi średnio 08,9, w stanie czystym znajduje się go jednak w naturze rzadko. Miejscami

wypływa on wprost z ziemi, gdzie indziej znowu ukazuje się wsiąknięty w warstwy piasku. Odznacza się charakterystycznym silnym ale znośnym zapachem.

Ogrzewany do temperatury 200° wydziela olejową substancję zwaną petrolenem; ma ona matowożółtą barwę przy — 12° C jeszcze się nie zestala. Petrolen ma być tą materją, która ter górski czyni płynnym.

Skały asfaltowe są impregnacją bitumu w masie skalnej. Znajdują się w Val de Travers, Sayssel, Limmer, Vorwohle, Lobsann, na Sycylii i inne. Skały asfaltowe

Mają one w budownictwie szczególnie ważne znaczenie. Powstanie ich tłumaczy się tem, że w pewnych warunkach ter górski, wysoką temperaturą znacznie rozrzedzony, wsiąknął w pory wapienia lub marglu, rzadziej innego kamienia. Ilość teru, impregnującego skałę jest różną i waha się od 1—35%. W ścisłym związku z tą ilością pozostają własności skały i barwa, a wartość jej rośnie w miarę zwiększającej się zawartości bitumu. W odniesieniu do poszczególnych składników dobroć skały wzmagają się, gdy skała zawiera jak najmniej węglanu magnezowego i krzemionki.

Im tej ostatniej mniej znajdujemy, tem miększą będzie skała i tem dokładniej poszczególne cząstki wapienia zostały terem impregnowane. Przebieg impregnacji nie został dotychczas zbadany, to jednak jest pewne, że podlegał on rozmaitym fazom i warunkom, co doskonale daje się zauważyć na szlifie skały bitumicznej; pod mikroskopem ukazują się w niej poszczególne cząsteczki wapienia, jedne tylko na brzegu otoczone terem, inne zaś w zupełności impregnowane.

Zależnie od ilości zawartego w skałe bitumu ma ona kolor szary do ciemnobrunatnego, na słońcu barwa jaśnieje. Podgrzana wydziela charakterystyczny zapach, w wyższej temperaturze gatunek tłusty rozpada się w proch, chudy zaś tylko rozmięka. Skała nabiera przez pocieranie własności magnetycznych.

Fizyczne i chemiczne własności skał bitumicznych mogą być nawet w tym samym pokładzie zmienne, jedne partje są mniej, inne więcej terem nasycone, zależnie od tego, jak długo i w jakiej ilości na nie oddziaływał. Obok kamienia „*chudego*” to zn. uboższego w ter, występują partje „*tlustego*”, a więc zasobniejszego, między temi znajdować się mogą części „*głuchej*” skały bez teru, albo wyjątkowo tłuste „*przesycone*”.

Oznaczenie ilości bitumu, zawartego w skale, jest dla oceny jej jakości i użyteczności bardzo ważne, w sposób łatwy i przystępny oblicza się ją następująco:

Drobną ilość kamienia rozciera się w jakikolwiek sposób na pył, odważa się go możliwie najdokładniej, wysusza i poddaje działaniu oleju terpentynowego. Bitum rozpuszcza się w nim w zupełności; po ukończeniu tego procesu oddziela się płyn od części stałych, poczem jedno i drugie poddaje się działaniu powietrza, pod którego wpływem olej terpentynowy szybko się ulatnia, a pozostaje, jako rezultat procesu, z jednej strony pył kamienia, z drugiej — wydzielony z niego asfalt. Jedną z tych pozostałości waży się i oblicza z niej procentowy skład skały; dla kontroli można analogiczne obliczenie przeprowadzić i z drugim składnikiem.

Rozmaitość składu chemicznego przedstawia poniższa tabela, podająca zarazem w nagłówku wybitniejsze kopalnie.

Kamień bitumiczny z pokładów:

zawiera:	Val de Travers	Seysel Pyrimont	Lobsann	Ragusa	Cesi	Roccamo- rice	Limmer	Vorwohle	Texas	Ind. ter. Ravia
bitumu	10.10	8.15	12.32	8.92	7.15	12.46	13.40	8.50	12.20	3.4-10.8
węglanu wapna (Ca CO ₃)	88.40	91.30	71.43	88.21	73.76	77.53	67.00	80.00	78.80	63.7-77.9
siarczanu wap. (Ca SO ₄)	0.25	—	—	—	1.72	2.63	—	—	—	—
tlenku gliny (Al ₂ O ₃) i żelaza (Fe ₂ O ₃)	0.25	0.15	5.91	0.91	3.02	2.17	19.50	4.00	—	—
siarki	—	—	5.18	—	—	—	—	—	—	—
węglanu magnezji (MgCO ₃)	0.30	0.10	0.31	0.96	14.24	4.71	—	0.60	—	—
piasku	—	—	3.15	0.60	0.10	0.50	—	—	—	11.3-30.8
różnych w HCl nierozp. związków	0.45	0.10	—	—	—	—	—	4.80	—	—
strata	0.20	0.20	1.70	0.40	—	—	0.10	2.10	—	—

Do szczególnie dobrych i czystych gatunków zaliczają się pokłady w Dalmacji, zawierają one bitumu 30—35%, a skała wapienna, w którą on wsiąknął, odznacza się wyjątkową czystością.

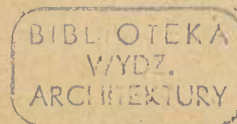
Eksploatuje się pokłady albo przez odkrywkę, o ile nie leżą pod zbyt grubą warstwą innych materiałów, — albo przy użyciu sztolni, lub wreszcie szybów. W takich kopalniach znaczną trudność sprawiać może woda, natomiast nie ukazują się w niej szkodliwe gazy. Zdarza się często, że wskutek zaszłych ongiś przerzutów warstw skorupy ziemskiej, pokład skały bitumicznej nagle się urywa, a dalszy ciąg jego występuje wyżej lub niżej.

We wszystkich pokładach znajdują się skamieniałości resztek fauny morskiej, jak ammonity, belemnity, koprolity i i.

Pierwotnie wykorzystywano skały bitumiczne w ten sposób, że wytapiano z nich asfalt. W tym celu kamień rozdrabniano i wrzucano go do stojących cylindrycznych retort, w których go podgrzewano. Pod wpływem temperatury asfalt wytapiał się i spływał rurą spustową do zbiornika, zaś uchodzące pary kondensowały się w rurze chłodnikowej. Na tej drodze otrzymywano około 32% asfaltu. Własność jego różni się od syryjskiego i trinidad, bo rozpuszcza się on w olejach eterycznych i alkoholu tylko częściowo, nie jest tak kruchy, jak poprzednio wymienione gatunki, a gneciony w palcach mięknie pod wpływem ciepła ręki i daje się wyciągać w długie nitki.

Ten sposób przeróbki był kłopotliwy i nierentowny, został też w zupełności zarzucony z chwilą wynalezienia lepszego zastosowania skał bitumicznych w praktyce.

Doniosłe to odkrycie zawdzięczamy przypadkowi. W rozwoju techniki odgrywał on zawsze pierwszorzędą rolę i na początku prawie każdego postępu w tej dziedzinie doszukać się go można. Tak i tu na drogach, którymi



wożono z łomów kamień bitumiczny, zauważono po pewnym czasie w nawierzchni zmiany, dające wiele do myślenia. Jest rzeczą naturalną, że przy przewozie kamieni otrząsał się z nich pył i padał na szosę, wylatywały drobne i większe kamyki i — rozcierane kołami kursujących często wozów, wgniatały się w tor jezdny, mieszając się z jego pyłem i błotem. Z biegiem czasu nagromadziła się tego na gościńcu spora ilość, a wraz z tem nawierzchnia stwardniała, zniknął z niej proch i błoto, przestała reagować na zmiany temperatury, słowem nabrała własności, których tak poszukiwano, a dotychczas innemi materiałami uzyskać nie potrafiono. W ten sposób powstała droga o nawierzchni z asfaltu ubijanego. Pierwszym, który poczynione powyżej spostrzeżenia ujął w pewien system i począł go stosować przy budowie dróg, był inż. A. Meneau z Bazylei. Początki miał on bardzo trudne, wiele rzeczy mu się nie udało, inaczej zresztą być nie mogło i to jego zasług wcale nie umniejsza. Po szeregu doświadczeń, które doprowadziły do odkrycia najwłaściwszego sposobu użycia skał bitumicznych, zastosowanie ich wzrosło do rozmiarów olbrzymich. Dziś każde większe miasto, którego zarząd dba o porządek i zdrowotność, stara się ulice swe asfaltować.

Asfalt petrolowy. Wobec niewątpliwego pochodzenia asfaltu z ropy nasuwa się sam przez się wniosek, że można wykorzystać nasze współczesne urządzenia techniczne w ten sposób, by sztuką zastąpić naturalne warunki i procesy i tworzyć asfalt drogą fabryczną. Powstał na ten temat cały szereg sposobów i systemów (Beyerby, Jeny, Rave i i.), wszystkie one dążą do wytworzenia asfaltu z pozostałości po destylacji ropy. Usiłowania te uwieńczone zostały dobrym skutkiem, a otrzymany tą drogą asfalt jest z naturalnym identyczny i doskonale nadaje się do wielu celów przemysłowych i budowlanych, nie ustępując w zaleceniach naturalnemu, jednak o fabrykacji jego na wielką skalę niema narazie mowy.

Nazywamy go „asfalem petrolowym” (Petrolasphalt), zamiast należąca mu się słusznie nazwą „asfalt sztuczny”, gdyż ta ostatnia nazwa przyjęła się powszechnie dla surrogatu asfaltu, otrzymanego z pozostałości po destylacji teru z węgla kamiennego.

Skład chemiczny asfaltu petrolowego jest do naturalnego bardzo zbliżony, zawiera więc węgla 86—88%, wodoru 10·9—12·6%, siarki 0·3—0·02%, tlenu 2·4—1·2%, azotu 0·1—0·18%. Różnicę stanowi (z wyjątkiem meksykańskich gatunków) mniejsza zawartość siarki, natomiast silnie chemicznie związanej, własność ta stała się podstawą do chemicznego odróżnienia jednego materiału od drugiego. Drugą charakterystyczną cechą jest znaczna ilość olejnych części, zawierających dużo parafiny, gdy olejne składniki asfaltów naturalnych zawierają jej poniżej 1·5%.

Ropy, zawierające dużo parafiny, np. pensylwańskie i galicyjskie dają asfalt o małej zwięzłości i elastyczności.

Barwa asfaltu petrolowego jest brunatnoczarna do czarnej, stan skupienia bardzo różny, zależny od stopnia destylacji, są gatunki ciekłe, są jednak także bardzo kruche. Twardość przyjmuje się poniżej 1. — C. wł. 0·9—1·1, elastyczność jest tem większą, im wyższą była w ropie zawartość ciał bitumicznych, a mniejszą — parafiny.

Znany pod nazwą Ebano-Asfalt albo „Mexican Eagle-Asfalt” materiał jest typowym asfalem petrolowym i pochodzi z ropy, wydobywanej w okolicy Ebano w Meksyku (40 mil na zachód od Tampico). Tu należy także wiele asfaltów kanadyjskich.

Częste spotkanie tych materiałów w Ameryce wyraziło się w nadawanej asfalom petrolowym nazwy asfalt amerykański.

Piasek asfaltowy występuje na Węgrzech w Tataros i Derna, — w Rosji i w kilku innych miejscowościach.

Skład jego jest następujący:

z kopalni	bitumu	piasku	węglanu wapna
	w %		
Tataros (Węgry)	15—22	78—85	—
Derna	15—22	78—85	—
Pechelbronn . .	15—18	82—85	—
Bastennes . . .	38·50	56·50	5
Texas	8—10	90—92	—
Kentucky	30—95	5—70	—

Z piasku wydobywa się bitum przez płókanie go w gorącej wodzie, przyczem bitum gromadzi się u góry naczynia, skąd się go odprowadza. Następnie destyluje się go przy pomocy przegrzanej pary wodnej, przyczem wydziela się znaczna ilość olejów, dających dobre smary. W ogólności destylacja daje około 44% zawartego w piasku bitumu, nadającego się do impregnowania wapienia na mastyks, przerabiany później do budowy nawierzchni.

Zewnętrzny wygląd materiału pozwala niejednokrotnie nabrać wyobrażenia o jego jakości i pochodzeniu. Ważną wskazówką może tu być zapach. Asfalty naturalne i petrolewe charakteryzuje słaby zapach bitumiczny; asfaltyty są bez zapachu, smoła ziemna ma zapach siarkowych połączeń, w przeciwieństwie do powyższego mazie i smoły pogazowe mają silny zapach, szczególnie po ogrzaniu, przypominający nieco czosnek, pochodzący głównie z resztek kreozytu. Podobny zapach wydają mazie z węgla brunatnego i drzewa. Pozostałości z destylacji tłuszczu podgrzane, wydają zapach tłuszczu i to starego.

Asfalt naturalny przeciętny jest matowy, co pochodzi od zawartości ciał mineralnych.

Natomiast najczystsze odmiany asfaltu (asfaltyty) mają silny połysk, są bardzo kruche i okazują najczęściej przełom muszlowy, barwę czarną, w proszku brunatną. Skały

bitumiczne są zależnie od zawartości bitumu szare do czarnych. Bitumy wolne od popiołu (asfalt petrolowy) mają zawsze połysk.

Asfalt naturalny przez pocieranie i podgrzanie nabiera własności negatywnie elektrycznych. Zapala się stosunkowo łatwo od zwykłego płomienia i pali się płomieniem, wydzielającym wiele sadzy i dymu, natomiast mało popiołu.

Pod działaniem ciepła mięknie i staje się plastyczny.

Poszczególne gatunki asfaltu różnią się między sobą własnościami nieraz znacznie. Pogląd na nie daje tabela Lindenberga:

asfalt	ciężar właściwy	twardość	punkt topliwości
z Trinidad . .	1·39—1·96	3	130—165° C.
z Bermudez raf.	1·06—1·08	niżej 1	95—106 „
z Maracaibo . .	1·091	3	130 „
z Chapapot . .	1·05	2—3	150 „
z Barbadoes . .	1·041	2	110 „
z La Patera . .	1·38	2	166 „
z Syrii	1·103	3—4	135 „

Punkt topliwości asfaltu jest bardzo ważny ze względu na jego zachowanie się pod działaniem temperatury. Trudno oznaczyć bezwzględny punkt topliwości, ale w praktyce nie ma on tyle znaczenia, ile granica między rozmiękczeniem a spłynięciem masy.

Asfalty łatwo topliwe rozmiękają pod działaniem słońca, trudno topne stają się w zimie twarde i kruche. Punkt topliwości należy więc domieszkami sprowadzić do potrzebnej miary. Dodatek ciał mineralnych podnosi, — bitumu — obniża wytrzymałość na gorąco.

W związku z powyższem pozostaje temperatura krzepnięcia, która dla bitumu dobrej masy asfaltowej powinna wynosić około 10°.

Ważną własnością asfaltów jest ich ciągliwość, objawiająca się tutaj przez możliwość wyciągania ich w pewnej temperaturze w „nitki”. Te gatunki, które w różnych warunkach są bardziej ciągliwe, mają być lepsze od „krótkich”.

Asfalty, których podstawę stanowi czysty naturalny bitum, są więcej ciągliwe od tych, które zawierają bitum kombinowany. Natomiast ciągliwość nie jest uzależnioną od miękkości bitumu.

Stopień zanieczyszczenia asfaltów naturalnych (według Peckham'a, Richardson, — zob. Dr. Marcusson):

gatunek	zawiera		
	bitumu %	wody %	ciał mineralnych i różnych zanieczyszczeń %
Trinidad surowy z jeziora	39	27	34
„ rafin. „	56—57	—	43—44
„ surowy lądowy	38	27	35
„ rafin. „	52—56	—	44—48
Bermudez surowy	90—98	6—7	2—4
„ rafin.	93—97	—	3—7
Maracaibo	92—97	1—2	2—6
Kuba, Bejucal	68—75	3—4	24—28
Mexico, Tamesi, Riwer	60—99	1—7	1—23
„ Chapapote	99	—	1
Kalifornja La Patera	49	2—3	49
„ More Rauch	39—48	1—3	50—58
„ Standard surowy	54—90	0—6	10—40
„ rafin.	90	3	7
Syryjski	91—99	—	1—9
Manjak, Barbados	95—99	—	1—5
Gilsonit, Utah	93—99	—	1—7
Grahamit	94—98	—	1—6
Albertyt	74—99	—	1—26

Wszystkie asfalty zawierają węgiel (C) w ilości 80—90%, wodór (H) 9—11%, nigdy nie brak im siarki (S), której ilość waha się od 1·2—10%, zwykle przenosi jednak 2%, tlen (O) spotyka się w odosobnionych wypadkach, azot zaś (N) w ilości od 0·1—2·3%.

III. Rodzaje asfaltu naturalnego.

Asfalt naturalny dzieli się na szereg gatunków, nazywanych według ich miejsca pochodzenia. Ta klasyfikacja zachowuje się również w handlu, mimo że nie jest wcale ścisłą, gdyż pokłady z tej samej kopalni, leżące tuż obok siebie, okazują często własności dość różne.

1. Asfalt syryjski (smoła żydowska).

Należy do „asfaltów”, jest najdawniej znanym gatunkiem i pochodzi z Morza Martwego w Palestynie. Starożytni pisarze Strabo, Diodorus, Siculus i inni pozostawili obszernie opisy, mówiące o jego pochodzeniu, eksploatacji i użyciu. Między innymi powiadają oni, ... że gdy asfalt rozpoczyna się wydobywać z dna morza na jego powierzchnię, to wzdyma się ono w fale i unoszą się z niego dymy i kłęby pary siarkowej, w której złoto, srebro i miedź traci swą barwę...

Asfalt syryjski należy dziś do najcenniejszych gatunków, ma ciężar właściwy 1·103, poczyną topnieć w temperaturze około 135°, kolor ma czysty, czarny. Rozpuszcza się częściowo w alkoholu, eterze i benzolu, a w zupełności w oleju terpentynowym i innych olejach eterycznych, nadto w nafcie, siarkowodorze i chloroformie. Alkalja i kwasy, z wyjątkiem skoncentrowanego kwasu siarkowego — nie działają.

Kilka źródeł gorących, wpływających do morza, wnosi tam ze sobą roztopiony asfalt, który w wodzie tężeje w bryły

i pływa po powierzchni, utrzymując się na niej dzięki temu, że morze ma tam znaczną gęstość. Bryły asfaltu pędzi wiatr do brzegu i na nim je osadza, tam go się też kopie, albo — robotnicy wyjeżdżają na tratwach na pełne jezioro i na niem go wylawiają.

Oprócz pokładów Morza Martwego istnieje w Syrii jeszcze kilka innych mało znaczących.

W ogólności asfalt syryjski eksploatuje się dziś w ilościach stosunkowo niewielkich. Wobec wysokiej jego ceny handlowej i kruchości znajduje w budownictwie małe zastosowanie, natomiast używany bywa szczególnie do fabrykacji lakieru.

2. Asfalt Trinidad (z jeziora i lądowy).

Pochodzi z najbardziej na południe wysuniętej wyspy tej samej nazwy w archipelagu małych Antylli. Jest właściwościami zbliżony do syryjskiego, różnicę zaś stanowi barwa, która nie jest czystą czarną, ale wpada w brunatną, co szczególnie daje się zauważyć na asfalcie sproszkowanym, nadto ma znaczną przymieszkę substancji mineralnych, tak że po spaleniu go pozostaje 34—48% popiołu. Punkt topliwości wynosi 130°—165°, ma ciężar właściwy 1.39—1.96, rozpuszcza się podobnie jak asfalt syryjski.

Zawiera (według *Richardsona*):

Kwasu krzemowego	70.58 %
gliny	17.04 „
tlenku żelazowego	7.62 „
wapna i magnezji	2.46 „
sody i potasu	1.22 „
kwasu siarkowego	0.87 „
chlorku	0.21 „
	<hr/>
	100.00

Asfalt z wyspy Trinidad zajmował do niedawna w produkcji światowej pierwsze miejsce; przyczyniała się do tego powodzenia jakoś materiału, obfitość pokładu i łatwa

komunikacja z wyspą. Wydobywa się go z jeziora, leżącego w środku wyspy, a oddalonego od wschodniego brzegu morskiego blisko o 3 km. Sam brzeg morski stanowią stromo ułożone, czarno lśniące masy asfaltu, wspinające się ławicami na 20 m i wyżej nad poziom morza. Droga ze statku do jeziora wyrobiona jest również w asfalcie. Im bardziej zbliżamy się nią do jeziora, tem temperatura terenu zdaje się być więcej podniesioną, w końcu drogi zaś odsłania się widok na samo jezioro.

Ma ono być kraterem oddawna nieczynnego wulkanu szlamowego; powstałe w nim jezioro smolne zajmuje powierzchnię około 40 ha i pokryte jest w zupełności asfaltem, którego warstwa dochodzi do głębokości 6 m. Przy brzegu masa jest stężała, ku środkowi natomiast więcej rozmiękła, miejscami widać na powierzchni jeziora wrzący asfalt, który mimo swej podniesionej temperatury nie wydziela gazów ani pary. Zwierciadło jeziora porysowane jest szczelinami, wypełnionymi wodą, nadającą się do picia. Rzekomo przebywają w niej ryby i żaby. W porze deszczowej cała powierzchnia jeziora tężeje tak, że przejść ją można z łatwością we wszystkich kierunkach, zato w porze letniej asfalt mięknie i stopa grzęźnie.

Eksploatację z jeziora prowadzi się przeważnie w porze chłodnej. Asfalt kopie się na jeziorze w miejscach dogodnych, dowozi taczkami do brzegu jeziora, a stąd transporterami powietrznymi do okrętu, względnie do kotłów oczyszczających masę. Powstające skutkiem wybierania asfaltu doły wypełniają się w krótkim czasie same przez się nowymi masami smołowca, mimo że ubytek jest stosunkowo znaczny, bo wynosi rocznie około 100 000 tonn.

Właściwie istnieją dwa gatunki asfaltu Trinidad, lądowy (land pitch) i z jeziora (lake pitch), różnią się one tem, że pierwszy ma więcej obcych domieszek, aniżeli drugi.

Obydwa gatunki są zresztą stosunkowo znacznie zanieczyszczone, ilość bezwartościowych domieszek dochodzi w nich nawet do $\frac{2}{3}$, tak że przyjąwszy można przeciętny

skład na $\frac{1}{3}$ bitumu, a po jednej trzeciej na ziemiste domieszki i wodę. Najbardziej zanieczyszczony jest asfalt łądowy, asfalt z jeziora jest czystszy, ale jakość jego także nie jest w całym jeziorze jednostajną, mianowicie partje ze środka jeziora mają znacznie mniej zanieczyszczeń, aniżeli przy brzegu.

Asfalt z wyspy Trinidad wysyła się na cały świat, transportowanie w nim materiałów bezwartościowych podrożyłoby nieracjonalnie koszta przewozu, a więc i cenę asfaltu, dla uniknięcia tego, asfalt oczyszcza się przed wysyłką z domieszek.

Używany do tego sposób jest dość niedokładny, cały proceder ogranicza się do podgrzewania asfaltu w kotłach przez przeciąg około 12 godzin, w tym czasie woda odparowuje, a pozostały materiał roztapia się, na wierzch roztopionej masy wypływają domieszki roślinne i te zcierpuje się chochlami, natomiast cięższe ziemiste zanieczyszczenia opadają na dno. Oczyszczony tym sposobem i jeszcze płynny asfalt odlewa się z kotłów do beczek i to tak ostrożnie, by nie zabrać zgromadzonych na dnie kotła zanieczyszczeń.

Ten proces oczyszczania, obok swej niedokładności ma i tę wadę, że pewna ilość smołowca skutkiem przegrzania ulega rozkładowi, który w badaniach *Cumenge'go* wyraża się przez większą ilość stałego węgla, znajdującego w asfalcie, tą drogą oczyszczonym, aniżeli w surowym. Powyższe braki zrodziły szereg pomysłów nowych, zdążających do ulepszenia starej, prymitywnej metody.

W handel idzie tylko oczyszczony Trinidad, dla oznaczenia go przyjęła się prawie powszechnie nazwa: „*Asphalte Trinidad epure*“. Zawiera on 50—60% bitumu i 50—40% ziemistych domieszek, jego ciężar wł. wynosi 1.4, a punkt topności około 85°.

Trinascal, jest to gęsty asfalt ciekły, wydobywany również na wyspie Trinidad przy pomocy wierceń. Ma ciężar wł. 0.960, zawiera około 3% siarki i około 30% benzyny i destylatów ropy. Wydobyty na powierzchnię twardej, wydzielając znaczne ilości siarkowodoru.

3. Pokłady w Ameryce.

W ostatnim czasie Ameryka poczęła się wybijać na pierwsze miejsce w produkcji asfaltu, odkryto tam pokłady — w porównaniu z dotychczasowymi — olbrzymie. Do takich należą:

a) *Kopalnie w Meksyku*, szczególnie w okręgu *Sota della Maria*. Odkryto je przypadkowo, mianowicie poszukiwacze nafty natrafili na pokłady smołowca, które zajmują około 20 mil kwadratowych. W masie odznacza się on barwą czarną, sproszkowany zaś brunatną i wydziela silny zapach. Charakteryzuje się tem, że wrzucony do gorącej wody mięknie, poszczególne cząstki opadają nadół, podczas gdy reszta trzyma się wgórze. We wrzącej wodzie asfalt ten roztapia się i tworzy kożuchowatą powłokę na wierzchu. Pod działaniem eteru lub oleju terpentynowego rozpuszcza się blisko połowa masy, pozostałość stanowią cząstki czarne, ziarniste, topiące się dopiero w temperaturze ponad 100°. Roztwór w eterze ma barwę ciemnoczerwoną, a po odparowaniu eteru pozostawia czerwoną, przejrzystą, miękką masę.

Do mniejszych pokładów zalicza się znalezione w okręgu *Tuxpan* i *Tampico* asfalty: *Tamesi Riwer* i *Chapapota*.

Pochodzący z *Ebano* (40 mil na zachód od *Tampico*) asfalt, znany pod nazwą „*Mexican Eagle Asphalt*“, nie jest produktem naturalnym, ale smołowcem petrolowym.

Asfalty meksykańskie nazywane są w handlu prawie bez różnicy asfaltami *Chapapota*.

b) *Kopalnie w Wenecueli*; — w prowincji *Bermudez*, w odległości około 50 km od wybrzeża, znajduje się jezioro asfaltowe, większe aniżeli na Trinidad, ale płytsze, gdyż pokład ma zaledwie 2—3 m głębokości. Jest miękniejszy aniżeli Trinidad, domieszki mineralne dają się tu łatwiej usunąć, zawiera 11—45% wody. Rafinowany w sposób podobny jak trinidad daje materiał o zawartości około 95% bitumu.

Przez wiercenie otrzymuje się tam asfalt ciekły, analogiczny do *trinascolu*.

c) *Asfalt kanadyjski* towarzyszy ropie w miejsce parafiny i uzyskuje się go w tym wypadku, jako pozostałość jej destylacji. Zdarzają się tam jednakowoż także czyste pokłady asfaltu, zalegające niejednokrotnie znaczne obszary; przyjąłoby więc można, że odbył się tu zupełnie naturalny proces destylacji.

d) Z innych pokładów w Ameryce zasługują jeszcze na uwagę pokłady w Texas i Arkanzas.

Asfalty z Ameryki; najważniejsze są *gilsonit* albo *uintaid*, znajdujący w zagłębieniu rzeki Uinta. Jest bardzo zbliżony do syryjskiego, łatwo rozpuszczalny i topny. Występuje na znacznej przestrzeni, wciśnięty między szczeliny piaskowca, z których wydobywa się go sposobem górniczym — kilofem i łopatą.

Grahamit, znajduje się na terytorjum Indjan, w Wirginji zachodniej i Kolorado.

Albertyt, występuje w Utah, na Kubie i w Meksyku. *Manjak* na Barbados.

W ogólności o asfaltach, w Ameryce wydobywanych, powiedzieć można, że mają przed sobą olbrzymią przyszłość i że rozmiarem pokładów oraz jakością materiału, przewyższają wszystkie inne znane kopalnie. Jeżeli omawiając unikamy użycia dla nich nazwy: „asfalty amerykańskie”, to dlatego, że pod tą nazwą figuruje często gatunek, nazwany tu asfaltem petrolowym.

Nadto znajduje się asfalt na wyspach Indyj Wschodnich, na Uralu, w małych ilościach w Dalmacji na Węgrzech i t. d.

Uczeni, nawiązując do hipotezy, że powstaje on z nafty i opierając się na tem, że dotychczas się pojawiał prawie zawsze w jej sąsiedztwie twierdzą, że należy go się spodziewać wszędzie tam, gdzie występuje ropa.

IV. Własności konstrukcji z asfaltu naturalnego.

W budownictwie, a w pierwszym rzędzie w budowie dróg, znalazł asfalt naturalny zastosowanie w dwojakiej formie: jako asfalt *ubijany* i *lany*. W obydwóch razach zalety tych materiałów wystąpiły z taką siłą, że z chwilą, w której je poznano i nauczono się sporządzać asfalt w sposób właściwy, budowa ulic i chodników asfaltowych rozwinęła się i wzrasta z dniem każdym, gdyż dobrze zbudowana nawierzchnia asfaltowa przedstawia wszystkie wymagane i poszukiwane zalety, a więc: trwałość, elastyczność, higienę i względną taniłość. Ulica asfaltowana nie wytwarza pyłu właściwego innym materiałom a tak uciążliwego w wielkich miastach, w których gromadzi się i z którego wylęgają się miljarde bakterii, a w pierwszym rzędzie tyfusu i gruźlicy.

Długie doświadczenia, poczynione w Anglii z trzema głównymi materiałami brukowymi umożliwiły zszeregowanie ich według jakości i własności w następującą tabelę:

ze względu na	stoi na miejscu:		
	pierwszem	drugiem	trzeciem
higienę	asfalt	granit	drzewo
hałas	drzewo	asfalt	granit
czystość	asfalt	granit	drzewo
trwałość	granit	asfalt	drzewo
ekonomję	granit	drzewo	asfalt
zdolność do naprawy	asfalt	drzewo	granit
łatwość zakładania szyn, rur, } kanalizacji }	granit	drzewo	asfalt

W najważniejszych dla życia wielkomięjskiego punktach asfalt stoi dziś na pierwszym miejscu, w ogólności nie ustępuje granitowi.

Obserwacja wykazała, że w pyle ulic brukowanych granitem, a powstałym wskutek ruchu wozów, koni i ludzi, unosi się mnóstwo bardzo drobnych cząsteczek kwarcu o wielu ostrych krawędziach. Wraz z powietrzem wdychają ludzie masy tych niewidzialnych ostrych cząsteczek, raniących organy oddechowe i wywołujących choroby krtani i płuc. W przeciwieństwie do powyższego, pył ulic asfaltowych składa się tylko z cząsteczek ziemistych i organicznych. Wreszcie asfalt tłumi hałas, wywołany silnym ruchem na ulicy, i stanowi prawdziwe błogosławieństwo dla osób umysłowo pracujących i nerwowych. Dla kursujących po takim bruku pojazdów przedstawia on również szereg pierwszorzędnych ulg, przede wszystkim na asfalcie potrzeba mniejszej siły pociągowej, tarcie bowiem jest niewielkie, a nadto pojazd nie ulega wstrząśnieniom i wskutek tego mniej się zużywa. Wreszcie praca nad utrzymywaniem porządku i czystości ogranicza się do spłókiwania ulicy silnym prądem wody i daje powierzchnię tak czystą, jak przy żadnym innym bruku.

Na utrzymanie czystości pokładu asfaltowego, jak i na jego trwałość źle wpływa bezpośrednie sąsiedztwo dróg żwirowanych, gdyż nanoszone z nich błoto i pył działa na nie ujemnie. Przejście z drogi żwirowej na asfaltową powinno być zawsze brukowane.

Ulica asfaltowana nie przedstawia dla ruchu kołowego większego niebezpieczeństwa, aniżeli na innych brukach, zależy to tylko od przyzwyczajenia się zarówno przechodniów, jak koni i woźniców. Statystyka berlińskiej straży pożarnej wskazuje, że najmniej wypadków miał ten jej oddział, który przeważnie jeździł asfaltowanymi ulicami; że więc bezpieczeństwo wzrasta w miarę powiększania się sieci dróg asfaltowych, bo gdy ich jest mało i koń zjeżdża z bruku zwykłego na asfaltowy jest jasne, że może ulec

wypadkowi, szczególnie, gdy woźnica nie ma w tych sprawach doświadczenia.

Gaz świetlny, wydobywający się z nieszczelnych rur, oddziałują na asfalt szkodliwie, mianowicie zawarte w nim węglowodory, a w szczególności benzol, rozpuszczają bitum tak, że masa cała rozmięka i traci spoiwość. Zapobiega się temu przede wszystkim należytem uszczelnieniem rurociągu, następnie bardzo starannem wykonaniem betonu pod asfalt. W większości wypadków okazało się bowiem, że przedostawanie się gazu aż do asfaltu umożliwiło złe wykonanie pokładu betonowego, który był albo porysowany, albo w miejscach łączenia się dwóch jego warstw, świeższej i starszej, nie był odpowiednio wykonany. Zapobiega temu do pewnego stopnia również pokrycie rurociągu żwirem a na to warstwą papy.

Sól działa na asfalt ujemnie.

Trwałość asfaltu ubijanego jest zależną od wielu względów i bywa rozmaicie ocenianą, przeciętnie przyjmuje się, że nawierzchnia asfaltowa powinna być po dziesięciu latach zupełnie zmienioną.

Stopień zużycia zależy głównie od następujących czynników: jakości bitumu i jego przygotowania, wykonania roboty, ruchu, panującego na danej ulicy i jej położenia.

Siła wiążąca bitumu ma wielki wpływ na wytrzymałość i trwałość nawierzchni, im ta siła jest większą, tem trwalej spaja on w jednolitą całość dodany pył. Pył ten jest jednak zawsze twardszy od bitumu, mniej się więc od niego wyciera, skutkiem czego przez żywszy ruch kołowy, a szczególnie automobilowy, nawierzchnia staje się zczasem chropowatą. Wywołują to mineralne cząstki, dodane do asfaltu ubijanego, gdyż miękniejszy bitum został starty, a wytrzymalsze pyłki oparły się zużyciu. Chropowatość występuje tem silniej, im większe są ziarna pyłu i naodwrot, zużycie nawierzchni jest tem równomierniejsze, im drobniejszy jest pył. Zbyt wielka jego twardość powoduje zresztą zawsze przedwczesne zużycie nawierzchni. Szczególnie silnie występuje

to tam, gdzie ulica jest wystawioną na ustawiczne działanie słońca; w tych razach powinno się do asfaltu używać pyłu z kamienia miękkiego, np. wapienia muszlowego.

O jakości wykonanego bruku asfaltowego sądzić można z wyglądu powierzchni jak i przełomu, w danym razie próbkę szlifuje się, dla tem ostrzejszego wydobywania najaw cech charakterystycznych.

Właściwszą ocenę uzyskuje się przez poddanie próbki, wykonanej z danej mieszaniny, szeregowi badań chemicznych lub mechanicznych, z których najwięcej mówi zbadanie stopnia zużywania się asfaltu. Pogląd na to uzyskuje się przez szlifowanie powierzchni w aparacie *Bauschingera*, miernikiem jest tu procentowa ilość zeszlifowanego materiału, uzyskana w ściśle określonych warunkach szlifowania. Drugim sposobem, o wiele więcej mówiącym, jest badanie próbki przy pomocy *dmuchawki piaskowej*. Pozwala ona nie tylko ustalić właściwości powierzchni zewnętrznej materiału, ale daje możność zajrzenia w głąb, niejako pod jego maskę, odkrywając nam wygląd próbki w warstwach najbliższych powierzchni, narażonej na działanie niszczących wpływów.

Ciężar przestrzenny asfaltu ubijanego wynosi 1·75—2·17, lanego 2·2—2·45.

Szereg własności fizycznych niektórych wyrobów z asfaltu zestawił *Hauenschild* według prób, przeprowadzonych w r. 1881, w następującej tabeli:

Materiał	Ciśnienie przy 8°	Ciągnięcie	Obciążenie siłą 30 kg przy 27° wgłębienie na
1. Asfalt ubijany z Val de Travers, świeży	} przy ciśnieniu 52 kg na 1 cm ² pęka	26.5 kg na cm ²	6—7 mm
2. Ubijany asfalt drogowy w Berlinie			
3. Asfalt sztuczny za starej posadzki stajennej	} przy ciśn. 93 kg na 1 cm ² rysuje się i rozchodzi	30 " " "	7—8 "
4. Asfalt z Limmer z chodników w Berlinie			
5. Węgierski asfalt naturalny lany, normalny	} przy ciśn. 148 kg na 1 cm ² łamie się nagle	29 " " "	1—2 "
6. Węgierski asfalt naturalny silnie przegrzany			
	} przy ciśn. 65 kg na 1 cm ² kruszy się	24.38 " " "	5—6 "
	} przy ciśn. 108 kg na 1 cm ² kruszy się i rozpada	25.2 " " "	4—5 "
	} przy ciśn. 109 kg na 1 cm ² szybko rozsada się	36.75 " " "	2—3 "

Asfalt naturalny okazuje mniejszą wytrzymałość na ciśnienie od sztucznego, gdy jednak pierwszy przy szybko zwiększanem obciążeniu wygina się, rysuje i dopiero rozpada, drugi w tych samych warunkach nagle i z hałasem łamie się, jak krucho kamienie.

Wytrzymałość na ciągnięcie udało się zbadać tylko w temperaturze do 8° przyrządem Michaelisa, i to przy szybkim zwiększaniu napięcia. Obciążenie daje właściwy obraz twardości materiału. Wykonuje się je metodą Rankina w ten sposób, że rylec żelazny, o zaostrzonym i obciętem końcu, obciąża się siłą 30 kg i bada, jak głęboko wejdzie on w asfalt w temperaturze 27°.

Przeciętnie w asfalt sztuczny zagłębia się stosunkowo mało, natomiast w naturalny do 8 mm.

V. Asfalt ubijany.

(Stampfasphalt, asphalt comprimé).

Materiał, przeznaczony do wykonania asfaltu ubijanego, ma być jednolity i powinien zawierać 9—12% (średnio 10%) bitumu. W naturze skały bitumiczne zawierają go w rozmaitej ilości, różnej niejednokrotnie w tym samym pokładzie, na to zwrócić należy baczna uwagę już w kopalni i przez staranne sortowanie kamienia, a następnie przez umiejętne i ustawiczne badanie ilości zawartego w nim asfaltu, doprowadzić go do stanu, odpowiadającego wymogom.

Sortowanie odbywa się zgrubsza już w łomie w ten sposób, że wystrzelone kawałki kamienia bierze w rękę doświadczony robotnik i z dotyku, wyglądu i dźwięku ocenia zawartość bitumu w materiale i według uznania odrazu sortuje.

Kamień, o małej zawartości asfaltu, t. zw. „chudy”, poznaje się po barwie szarej lub jasnobrunatnej i po metalicznym dźwięku, jaki wydaje, uderzony stalowym młotkiem, w dotyku jest szorstki i rozbija się na ostrokrawężne kawałki. Kamień „tłusty”, o zawartości około 10% bitumu, ma barwę brunatną z odcieniem fioletowym, przypominającym barwę czekolady, odznacza się małą twardością, uderzony młotkiem nie wydaje żadnego dźwięku i nie rozpryskuje się, miększy od tego zachowuje nawet odcisk młotka.

Przy jeszcze większej zawartości asfaltu można kamień krajać nożem, a jeżeli kamyki pozwalają się ugniatać w palcach, wówczas ilość bitumu jest już bardzo wielką.

Zawartość bitumu ponad 10% czyni bruk mniej odpornym na działanie słońca, pod wpływem jego ciepła asfalt mięknie i zachowuje odciski kół i stóp. Chudszy od powyższego źle się ubija i reaguje na zmiany temperatury, przez co tworzą się w bruku rysy, przepuszczające wilgoć, a ta znowu pod wpływem mrozu niszczy spoiwość masy.

Wśród mas skały dla tych celów użytecznej, spotyka się gniazda kamienia „głuchego”, które tworzy wapień krystaliczny, skała kwarcowa lub marglowa. Materiały te muszą być starannie wysortowane, gdyż obniżają wartość skały bitumicznej.

Użyteczność jej do robót asfaltowych bada się ściślej w sposób następujący: kawałek kamienia silnie się rozdrabnia, podgrzewa i znowu rozdrabnia, następnie otrzymany pył ogrzewa się dalej aż do chwili, kiedy zaczną się z niego wydzielać pary. Wówczas wsypuje się go do małej żelaznej foremki i ubija dokładnie żelaznym młotkiem na płytkę próbną, mającą zwykle 20—25 mm grubości. Po ubiciu i ostygnięciu powinna próbka okazywać wszystkie własności dobrego bruku asfaltowego, w przeciwnym razie masa wymaga dodatku czy to kamienia chudszego — jeżeli próbka okazuje się za miękką, — czy też tłustszego — jeżeli jest kruchą i przepuszczalną.

Inny, o wiele dokładniejszy sposób badania kamienia, polega na rozpuszczaniu zawartego w nim bitumu przy użyciu płynów rozpuszczających. Wazeniem ustala się procentowy stosunek składników. Rezultat tego badania jest oczywiście o wiele dokładniejszy od pierwszego, polega bowiem na rachunku, a nie zależy od wprawy obserwatora.

1. Pył asfaltowy naturalny.

Kamień asfaltowy, wyłamany ze skały, rozdrabnia się na *pył asfaltowy* i ten dopiero służy do wykonywania nawierzchni i chodników z t. zw. asfaltu ubijanego, nadto

stanowi także główny materiał do sporządzania mastyksu asfaltowego, z którego wykonuje się asfalt lany i izolacje asfaltowe.

Kamień asfaltowy, nietylko już przesortowany, ale także doprowadzony na zasadzie prób i badań do pożądanej zawartości bitumu, rozdrabnia się przez ogrzewanie, albo też maszynowo.

Pierwszym sposobem posługiwać się można przy produkcji na mniejszą skalę w sposób następujący: bryły rozbija się młotkiem na kamyki, wielkości pięści, usypuje się je cienką warstwą na dnie kotła blaszanego i ogrzewa tak długo, aż rozpadną się na drobny pył. Grubszych warstw kamienia w kotle należy unikać, gdyż nie są one w stanie równomiernie się rozgrzewać i gdy warstwa bliższa ognia nietylko że się już sproszkowała, ale asfalt — ze stratą dla jakości pyłu — z niej się wytapia, warstwy górne nawet nie podgrzały się jeszcze należycie. Lepsze aparaty do proszkowania przez ogrzewanie mają kształt leżącego cylindra i są wewnątrz opatrzone w mieszadło, poruszające wsypany kamień, dzięki czemu unika się nierównomiernego ogrzania masy i zapobiega stracie asfaltu, lepiej jeszcze działają te aparaty, gdy ogrzewa się je pośrednio.

Proszkowanie kamienia przy produkcji na wielką skalę odbywa się na drodze mechanicznej, przez użycie odpowiednio złożonego systemu specjalnych maszyn. W jednych, kamień gruby rozbija się na drobny, w drugich — drobny proszkuje się na pył, który następnie w trzecich przesiewa się, dla osiągnięcia jednostajnej wielkości ziarn. Urządzenia te mają do przewyciężenia znaczną trudność, gdyż kamień bitumiczny, szczególnie zaś miał, jest dość lepki, a ta jego własność wywołuje niemiłe komplikacje, jeżeli konstrukcja maszyny zgóry ich nie przewidziała.

Wstępne rozdrobnienie kamienia, wychodzącego z łomu, nieraz w wielkości $\frac{1}{4}$ m³, wykonują łamacze. Są to maszyny zbudowane bardzo silnie, w gardziel ich, opatrzoną dwoma

szczękami, wrzuca się bryły, a szczęki te rozgniatają je na drobny szuter o pewnej maksymalnej wielkości, regulowanej zresztą dowolnie przez nastawienie aparatu. Żwir, wychodzący z łamacza, wchodzi do dalszego rozdrobnienia do innych maszyn.

Niektóre łamacze połączone są z sortownikiem, dzielącym rozdrobniony kamień na kilka wielkości.

Drugi rodzaj maszyn stanowią *tluczki*; rozbijanie kamienia wykonuje w nich szereg obok siebie ustawionych i mechanicznie poruszanych tłuczek. Rozbity kamień spada przez otwory nadół i przechodzi do następnych maszyn. Otwory te są nastawione na potrzebną wielkość, zatem przez nie przedostaną się tylko kamyki, odpowiadające rozmiarem otworom, lub mniejsze od nich, natomiast większe pozostają w tłuczce aż do rozbicia.

Ostateczne rozdrobnienie żwiru na miał następuje przeważnie w młynkach, konstruowanych na kilka sposobów.

Młynek krzyżowy, zbudowany jest w kształcie pierścienia, do wnętrza narzuca się rozdrobniony kamień przez otwór z boku, na osi obracają się tam żelazne ramiona, rozbijające licznymi uderzeniami kamyki na miał, wewnątrz opatrzone jest sitami, które go przesiewają, pył o pożądanej wielkości przez nie przechodzi, większe ziarna pozostają aż do zupełnego rozdrobnienia. Pod młynkiem ustawia się ślimak, transportujący materiał do dalszej przeróbki.

Odmianą konstrukcję reprezentują młynki zwane „*Perplex*”, nadające się do mniejszych produkcji.

Kołotoki, znane w innych gałęziach przemysłu, odpowiednio zrekonstruowane, oddają również przy rozdrabnianiu kamieni asfaltowych wielkie usługi. Wyróżniają się tem, że nie powodują rozpylania miału asfaltowego w powietrzu, wytwarzana przez nie mączka ma ziarna o jednostajnej wielkości i o okrągłym kształcie. Kołotoki wielkimi i ciężkimi kołami rozgniatają i rozcierają narzucony na talerz materiał, wskutek takiego biegu roboty łatwo powstają zbite bryły asfaltu, utrudniające pracę.

Maszyny te wymagają do ruchu znacznej stosunkowo siły, do ustawienia więcej miejsca od innych maszyn rozdrabniających a nadto liczniejszej obsługi.

Nowszą konstrukcją są *desintegratory*, zasadą ich budowy jest system bębnow rotujących koncentrycznie, ale w przeciwnych kierunkach, obwód bębnow stanowią ostrokrawężne sztaby. Wrzucony do środka kamień, — siła odśrodkowa przerzuca z jednego bębna na drugi, przyczem następuje rozdrobnienie.

Desintegratory pracują sprawnie i ekonomicznie przy większej produkcji, materiał wychodzi z nich w pożądanym stopniu rozdrobniony i wymieszany. Ujemną ich stroną jest to, że kamień asfaltowy w desintegratorze znacznie się rozgrzewa, skutkiem czego asfalt staje się lepki i osiada wewnątrz, powodując większe tarcie i zużycie znaczniejszej siły na jej pokonanie; wywołuje to potrzebę częstego czyszczenia aparatu.

Mimo tej wady desintegrator stoi tu zawsze na czele aparatów rozdrabniających.

Jednostajne wymieszanie pyłu stanowi o jednolitej jakości materiału i o dobroci wykonać się mającej roboty. Zawsze na to w pierwszym rzędzie należy zwracać baczną uwagę, tem większą zaś wówczas, gdy do przeróbki idą dwa materiały, jeden za tłusty, drugi zbyt chudy, które dopiero po zmieszaniu, w dobranym stosunku, dadzą pożądaną masę o zawartości 10% bitumu.

Najlepiej obydwu gatunki najpierw rozdrobnić osobno, a dopiero ich pył mieszać ze sobą we właściwych ilościach; zmieszanie wykonuje się przy użyciu stosownie zbudowanych aparatów.

Do transportu materiału z jednej maszyny do drugiej, o ile takowy nie przechodzi bezpośrednio, służą elewatory, albo ślimaki.

Pył ostatecznie już sporządzony, powinien wkońcu przejść przez siła, gdyż zawsze znajdują się w nim jeszcze grubsze ziarna.

Najodpowiedniejsze są siła wielkości № 14—16, powinny być one wykonane z doskonałego grubego drutu stalowego i należy je też często czyścić twardą, ostrą szczotką, aby zapobiec zabijaniu się oczek asfaltem.

Sita drgające są lepsze od *bębnowych*, asfalt bowiem mniej na nich lepnie. Umieszczenie tego siła wymaga pewnej przeczności, bo drganie może się udzielić łatwo całej konstrukcji budynku i spowodować rozluźnienie jego więźby.

Z powodu gromadzenia się w hali roboczej znacznej ilości pyłu asfaltowego w powietrzu, wprowadza się urządzenie *odpylające*, które nietylko że oddziaływa zbawiennie na zdrowie pracowników, ale pozwala zarazem zebrać najdelikatniejszy pył, będący nieocenionym środkiem przy sporządzaniu kitów asfaltowych.

Pył asfaltowy naturalny powinien (wedł. niemieckich norm) zawierać 8—13% bitumu, poza tem ciała mineralne, głównie zaś wapień. Dopuszcza się 8% węglanu magnezji, 5% gliny, 2% kwarcu, 0·8% gipsu i 0·5% pirytu. Miałkość mineralnych domieszek powinna być taką, aby w większej części przeszły one przez sito o oczkach 0·53 mm, w całości zaś przez 2 mm. Bitum powinien być naturalny, wolny od teru i smoły terowej. Pył dodatkowo impregnowany może zawierać dodatek pozostałości z destylacji ropy i olej parafinowy. Punkt topliwości bitumu powinien leżeć ponad 28°, a krzepnięcia poniżej — 10°, zawierać może najwyżej 1% nierozpuszczalnych związków organicznych. Ciężar przestrzenny pyłu wynosić powinien 1·7—2·2, a dla płyt prasowanych jeszcze wyżej.

Kostka, trzymana przez 28 dni pod wodą, nie może okazywać potem rys, nasiakliwość nie ma przekraczać 5% (przy niemieckim asfalcie 15%), badana na działanie mrozu nie powinna tracić ponad 50% wytrzymałości na ciśnienie.

Gotowy pył asfaltowy pakuje się w worki jutowe o zawartości około 50 kg. Magazynowanie nie powinno

trwać zbyt długo, a o ileby ono było nieuniknione, to pył, przeznaczony do magazynowania, nie wysypuje się do worów, gdyż przez układanie ich na sobie leżącymi warstwami, szczególnie w cieplej porze roku, doprowadzić można do tego, że z całej zamagazynowanej masy wytworzy się jedna zbita bryła. W tych wypadkach lepiej już asfalt usypywać wolno na podłodze na niewysoką warstwę. Opróżnianie worów na budowie przedstawia niekiedy trudności tak, że worek trzeba przecinać, gdyż inaczej asfaltu z niego się nie wydobydzie.

Nie każda skała asfaltowa zawiera—przez doświadczenia na 9—12% określoną ilość bitumu. Są kopalnie, rozporządzające bardzo chudym kamieniem i nie mają u siebie tłustszego do jego poprawienia. Sztuczne doprowadzanie kamienia do tego stosunku jest sprawą dość skomplikowaną, nie dziw więc, że dla jej rozwiązania powstał szereg sposobów i patentów. Olbrzymie zakłady „*Deutsche Asphalt A. G. der Limmer und Vorwogler Grubenfelder*”, rozporządzające skałą o zawartości 3—5% bitumu, przez długie lata stosowały patent *E. Häussera*, według którego zmielony chudy kamień asfaltowy mieszano w kotłach z gorącym gudronem, przyrządzonym z trinidad épuré i asfaltu petrolowego. Do tej mieszaniny dodawano pewną ilość kwasu siarkowego, który przez swe działanie na węglan wapniowy powodował częściowy jego rozkład i większe jeszcze rozdrobnienie ziarn pyłu, w dalszym ciągu przyczyniał się on do jednostajnego wymieszania się masy. Zczasem przeciw siarce podniesiono wiele zarzutów, szczególnie zaś ten, że z wapnem wytwarza gips, dla wytrzymałości asfaltu szkodliwy. Oprócz gipsu ujemnie na jakość pyłu wpływa także obecność gliny, która ogromnie zwiększa nasiąkliwość asfaltu, a zmniejsza jego odporność na mechaniczne zużycie.

Sposób *Bressona* polega na rozpuszczaniu naturalnego asfaltu w odpowiednich lotnych rozczynnikach, do roztworu dodaje się następnie mielonego wapienia, w którego

pory rozpuszczony asfalt łatwo się dostaje. Przez podgrzanie wydziela się rozczynnik, a przyrządzona masa jest gotowa do użycia.

Ten sposób znajduje rzadkie zastosowanie, gdyż użycie rozczynników, — które do tego bezpowrotnie się ulatniają — podraża kosztą produkcji.

Wiele innych sposobów z tego samego względu spotkał podobny los, natomiast wspomnieć należy o specjalnym gatunku asfaltu, t. zw. *kauczukowym* albo *elastycznym*, opatentowanym przez *de Caudenberga*, otrzymywanym przez impregnację.

Korzysta on z tego, że kauczuk, rozpuszczony w terpentynie albo nafcie, miesza się doskonale z asfaltem, przeprowadza więc ten proces w odpowiednim stosunku składników i zyskuje materiał elastyczny, bardzo odporny na wstrząśnienia, nadający się doskonale np. do bruku wzdłuż szyn tramwajowych i t. p.

Poza powyższymi specjalnymi systemami dodatkowej impregnacji chudego kamienia bitumicznego, istnieje także sposób ogólnie przyjęty i dający dobre rezultaty. Nadaje się on do kamienia o różnej zawartości asfaltu, byleby ta ilość była zawsze skontrolowana, a proces impregnacji został do niej dostosowany. Polega on na użyciu mieszaniny asfaltu trinidad épuré z asfaltem petrolowym; ostatni ma mieć w tym wypadku wysoki punkt zapłnienia, małą zawartość parafiny i w normalnej temperaturze konsystencję syropu. Zmieszanie obydwóch asfaltów odbywa się w kotłach o pojemności (według *(W. Friese)* 4000 kg. Najpierw daje się do kotła około 2000 kg trinidad épuré, który przy tej sposobności jeszcze się oczyszcza, a następnie dodaje się około 900 kg asfaltu petrolowego i podnosi temperaturę stopniowo do 180° C, gotowanie trwa w całości około 10 godzin. Po odstaniu, w czasie którego resztki piasku osiadają na dnie, przeprowadza się masę do zbiornika, w którym podtrzymuje się temperaturę około 160° C.

Tak przyrządzoną masę zwiemy *gudronem*, — tym wyrazem określamy zresztą wszystkie gatunki asfaltu, które poddano przetopieniu. (O *gudronie* zob. str. 61).

Właściwa impregnacja odbywa się w trzecim kotle, opatrzonym w palenisko do podgrzewania i w mieszadła. Do kotła wsypuje się miał kamienia asfaltowego i ogrzewa go do temperatury około 60° C, następnie wprowadza się *gudron* ze zbiornika w ilościach określonych naturą kamienia. Masę miesza się mieszadłami tak długo, aż żółtawobrunatna barwa pyłu przybierze jednolitą czarną barwę z połyskiem, poczem — wobec skończenia impregnacji — kocioł się opróżnia, a pył odwozi do przewiewnych szop, w których usypuje się go warstwami, aby ostygł. Pył tak impregnowany nazywają „*klinkrem asfaltowym*”. W szopach magazynuje się go 4—6 tygodni — a im dłużej trwa magazynowanie, tem lepiej dla materiału —, poczem mieje się go raz jeszcze w desintegratorze.

Im więcej asfaltu zawiera skała bitumiczna, tem mniej wymaga *gudronu* i naodwrot. O właściwym stopniu impregnacji radzi *Friese* przekonać się w ten sposób, że bierze się ciepły jeszcze pył impregnowany w palce i ugniata; jeżeli skomprimuje się on po kilkakrotnem ugnieceniu, to jest dobry, jeżeli szybciej przejdzie w bryłę, to ma za wiele *gudronu*, a jeżeli nie da się ugnieść, wówczas za mało.

Pył dodatkowo impregnowany ma swoje zalety, szczególnie zaś tę, że daje możność przeprowadzania zmian w zawartości bitumu w miarę faktycznej potrzeby, np. miasta w strefie tropikalnej używają go chętnie, gdyż przez dodanie większego procentu asfaltu *trinidad épuré* do *gudronu* podnosi się twardość masy. Ujemną stroną jego stanowi tylko powierzchowna impregnacja cząsteczek, dająca się zaobserwować na szlifie.

Między pyłem naturalnym a dodatkowo impregnowanym istnieje różnica, nie taka jednak, aby ten drugi był zupełnie bezwartościowy, przeciwnie, w praktyce daje się on doskonale używać, brak tylko dotychczas dat, na

zasadzie których możnaby ustalić zakres jego stosowania i porównać zalety i wady z pyłem naturalnym.

Sztuczny pył asfaltowy jest to (według norm niemieckich) materiał, sporządzony z piasku i bitumu, powinien on zawierać 9—12% bitumu, a poza tem piasek i pył kamienny. Dodatek cementu jest niedopuszczalny. Bitum powinien być naturalny, albo petrolowy, ter i smoła pogazowa są wykluczone. Punkt topliwości bitumu leżeć powinien ponad 38°, a ciężar przestrzenny wynosić ponad 2. Kostka po 28-dniowym leżeniu pod wodą nie powinna porysować, nasiąkliwość może dojść do 5%, kostka próbowana na wytrzymałość mrozu nie powinna tracić ponad 70% wytrzymałości na ciśnienie.

Na rynku handlowym ukazał się produkt, zwany również sztuczny, będący właściwie fałszerstwem, mianowicie pyłem czystego, zwykłego wapienia, impregnowanego terem z węgla kamiennego, z dodaniem innych asfaltów sztucznych lub naturalnych. Jako skały używa się chętnie marglu, który w stopionym terze utrzymuje się w zawieszeniu, gdy np. piasek opada nadół. Jest to materiał bezwartościowy, a używany bywa albo sam, albo też, jako domieszka do pyłu naturalnego, do czego kusi przedsiębiorcę wzgląd na niską jego cenę.

Wojna i spowodowana nią blokada, która nie dopuściła asfaltu z kopalń zamorskich do Niemiec, doprowadziła tam do skombinowania jeszcze innej mieszanki wojennej. Mianowicie w miejsce czystych skał sycylijskich, zaczęto mieszać pył sycylijski z pyłem, sporządzonym z popsutego i usuniętego z nawierzchni ulicy asfaltu ubijanego. Dodatek ten — o ile nie przekraczał granicy 50% — niezbyt widocznie obniżał jakość masy. Wyklucza się jednak od przeróbki na ten cel taki gruz asfaltowy, który ma łupkową strukturę, lub jest wilgotny. Doświadczenie poucza, że pył, pochodzący z łuszczonego się asfaltu, daje asfalt, który także się łuszczy.

2. Wykonanie asfaltu ubijanego.

Przed użyciem pyłu asfaltowego należy go podgrzać; przez to odpędza się resztki wilgoci w nim zawartej, a zarazem cząstki asfaltowe doprowadza się do takiego stanu rozmiękczenia, w którym pod naciskiem, względnie ubiciem, przechodzą one z sypkiego pyłu w spoistą, jednolitą, twardą masę, nieprzepuszczającą wody, przypominającą więc skałę asfaltową w naturze, a nawet od niej twardszą i jednostajniejszą.

Wysokość temperatury podgrzania zależy od natury asfaltu, skrajne granice wynoszą 105—150°, poniżej nie odparuje jeszcze w zupełności wilgość, powyżej tej granicy ulatnia się z materiału zbyt wiele lotnych składników, mających wpływ na jego spoistość. Pył traci wówczas także bitum, co uwidoczni się nazewnątrz silnem dymieniem; nawierzchnia wykonana z tak „przepalonego” asfaltu niszczy się w bardzo krótkim czasie. Dla uniknięcia tych ujemnych skutków podgrzewania i dla wypośrodkowania odpowiedniej temperatury, należy materiał jak najczęściej próbować. Pył dodatkowo impregnowany, jako otoczony tylko warstewką bitumu, wymaga niższej temperatury, aniżeli pył naturalny.

Do podgrzewania służą aparaty ruchome albo stałe. Pierwsze są bardzo wygodne, dają się łatwo transportować, przez co dostawa gorącego asfaltu na miejsce użycia nie wymaga kłopotu i zachodu. Ujemną ich stroną jest dym i niemiły swąd, jaki wydzielają na ulicy.

Wielkość względnie pojemność aparatów ruchomych jest różną; ich zasada konstrukcyjna polega przeważnie na budowie leżącego cylindra, obracanego ręcznie lub mechanicznie.

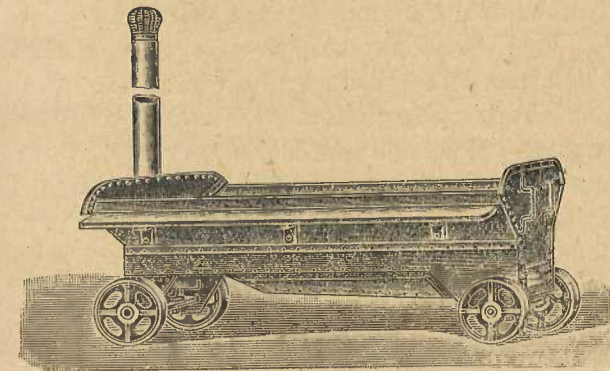
Przez środek biegnie poziomy wał, wydrążony i opatrzone otworami, przez nie wchodzi gazy, wydzielające się z asfaltu w czasie podgrzewania do wydrążenia w wale, a następnie uchodzą nazewnątrz. Aby całą tę operację,

odbywającą się na ulicy, uczynić dla mieszkańców mniej przykłą, łączy się często wylot wału z znajdującem się pod cylindrem paleniskiem, pod którym wydzielone z wnętrza cylindra gazy spalają się. Do podgrzewania cylindra służy piecyk szybowy na kółkach, wyłożony wewnątrz szamotą, będący dla siebie odrębną całością, można go pod aparat dowolnie podsuwać lub wysuwać. Opala się go przeważnie koksem, ale tylko pośrednio tak, że pył nie przypala się do ścian, a ciepło nie działa w jednym miejscu zbyt intensywnie.

Przy podgrzewaniu nadaje się cylindrowi powolny ruch obrotowy.

Wsypywanie asfaltu do cylindra i opróżnienie go odbywa się przez zasuwę, przy manipulowaniu nią należy ogień odsunąć daleko, gdyż pył asfaltowy zajmuje się łatwo; wprawdzie ten pożar nie przedstawia zbyt groźnego niebezpieczeństwa, powoduje jednak chmury gryzącego dymu.

Zawsze jeszcze często używane prymitywne aparaty ruchome do podgrzewania są postrachem i plagą ulic, w których asfaltowanie się wykonuje; zarówno gryzące



Rys. 1. Wóz do ogrzewania pyłu.

pary, jak i dymy z paleniska uchodzące, dają się w wąskich i gęsto zabudowanych ulicach miasta dotkliwie mieszkańcom odczuwać. Uniknąć tych nieprzyjemności można przez

użycie aparatów nowszych konstrukcyj albo stałych. Do ogrzewania pyłu asfaltowego tam, gdzie wykonuje się roboty stosunkowo niewielkie, używa się także specjalnie skonstruowanych wozów. Dają się one przesuwac, w miarę postępu asfaltowania, na coraz to inne miejsce. (Rys. 1).

Aparaty stałe buduje się w tych miastach, w których prowadzi się nieprzerwanie większe lub mniejsze, nowe lub rekonstrukcyjne roboty. Aparat ustawia się w jednej z istniejących fabryk asfaltu lub papy. Zasadniczo składa się on z kotła wmurowanego, którego ściany ogrzewają gazy, dochodzące z paleniska, we wnętrzu kotła na osi pionowej obraca się mieszadło, utrzymujące w stałym ruchu wysypy pyłu. Pojemność kotła odpowiada zwykle tej ilości, jaką dwukonna furmanka na jeden raz zabrać może.

Asfalt podgrzany wysypuje się z kotła do skrzyń drewnianych, przykrywa się je drewnianem wiekiem, albo grubymi kocami i w ten sposób furmankę za furmanką wysyła na plac budowy. Asfalt nie traci w drodze wiele z temperatury, zapobiega temu z jednej strony drewniana skrzynia, z drugiej zaś jego natura, odznaczająca się słabym przewodzeniem ciepła, dzięki czemu z trudnością pochłania on ciepło, ale też równie trudno je wydziela.

Pył asfaltowy podgrzany, po ubiciu, względnie sprasowaniu, przechodzi zpowrotem w skałę bitumiczną, której siła i trwałość zależy od jakości użytych materiałów i od umiejętnego i starannego wykonania roboty, i to nie samej tylko asfaltowej, ale budowy podłoża pod nią, oraz wszystkich tych robót pomocniczych, dla których asfaltowanie jest już ukoronowaniem dzieła.

Asfaltu ubijanego używa się do budowy nawierzchni dróg i chodników, zaliczonych ogólnie do najtrwalszych i najzdrowszych, nadto do robót podwórzowych, a także wewnętrznych.

Ułożenie go nazewnątrz zabiera około 25 cm przestrzeni na grubość; albo więc ulica o taką grubość zostanie podniesiona, albo też pokład asfaltowy będzie w teren wpuszczony.

Unikać należy asfaltowania ulic o spadkach ponad 20%, komplikuje to bowiem robotę, a w następstwie przedstawia niebezpieczeństwo dla osób i koni.

Pokład pod asfalt bywa najczęściej *betonowy*, o grubości 15 do 20 cm, zależnie od ruchu, panującego na tej ulicy i od rodzaju gruntu. W miejscach szczególnie narażonych, np. wzdłuż szyn tramwajowych i t. p., pogrubia się w pasie narażonym warstwę betonu nawet do 35 cm. Beton wykonuje się z mieszaniny 1:3:5, 1:3:4 lub 1:2:5, przy użyciu cementu portlandzkiego wolnowiążącego i ostrego żwiru o średnicy 2 do 6 cm. Grunt pod betonem powinien być twardy, nie może się on poddawać ciśnieniom, a dla ostrożności dobrze bywa, gdy przed wykonaniem ubije się go dodatkowo lub przewalkuje. Beton, przed nałożeniem na nim asfaltu, musi być już nie tylko zupełnie związany, ale i suchy, powinien więc tężeć i schnąć w czasie pogodnym 3 dni, a w wilgotnym 5 i dłużej, dopiero potem można przystąpić do wykonania asfaltu. Asfaltowanie prowadzi się tylko w suchej porze roku, a przynajmniej w dniach niedeszczowych, w przeciwnym razie wilgoć zawarta w betonie, przemienia się pod działaniem gorącego asfaltu w parę wodną i tworzy między betonem a asfaltem niedostrzegalną warstwę izolacyjną, albo powoduje tworzenie się pęcherzy między pokładem a warstwą asfaltu, albo nawet w niej samej; przez to osłabia się jej spoistość i powstaje miejscowe łuszczenie się nawierzchni, a nawet sfałdowanie się jej na znaczniejszej przestrzeni.

Użycie pokładu z *cegieł* zamiast z betonu jest możliwe tylko w zamkniętych ubikacjach, gdzie jednak asfalt ubijany rzadko znajduje zastosowanie. Przy asfaltowaniu ulic, taki pokład nie jest odpowiedni. Pokład pod asfaltem musi być bowiem płaszczyzną jednolitą, odporną zarówno na działanie wilgoci, jak i zmian temperatury, tymczasem cegła, jako ciało mniej lub więcej porowate, wciąga chętnie wodę, ponieważ leży niedaleko od powierzchni, ulega łatwemu działaniu mrozów, które wskutek zawartej w niej wilgoci

kruszą ją i rozsadzają. Pokład ceglany zmienia się więc po jednej zimie w pokład z gruzu, który z jednej strony ulega naciskowi zgóry, z drugiej — łatwo wgniata się w wilgotną ziemię, a rezultatem tego jest rychło występujące rysowanie się i pęknięcie nawierzchni. Nietylko zresztą wilgoć i zimno, ale także pora gorąca ujawnia ujemne skutki pokładu z cegieł. Pod wpływem promieni słonecznych, asfalt mniej lub więcej rozmięka i wciska się sam, albo wgnieciony kołami wozów w spojenia cegieł, które zaczynają się na powierzchni asfaltu coraz wyraźniej rysować. Powstają wgłębienia i krawędzie, a za nimi idą wyboje i zniszczenie całej nawierzchni ulicy. Dodać wreszcie wypada, że stałość gruntu ulega ustawicznym zmianom, zależnym od ilości wilgoci w danej porze roku w nim zawartej i od tego, czy dochodzi do niej mróz. Czynniki te powodują ciągły ruch ziemi, który udzielając się cegłom, rozluźnia zczasem ich więźbę tak, że przestaną tworzyć jednolitą płytę.

Podobnie zapewne zachowywać się będzie asfalt kładziony na starych brukach kamiennych.

Warstwie betonowej należy nadać taką linję zewnętrzną, jaką ma mieć wykonany później wierzch asfaltowy. Spad poprzeczny ulicy ma 1:60 do 1:50, większe spadki nie są ani potrzebne, ani uzasadnione.

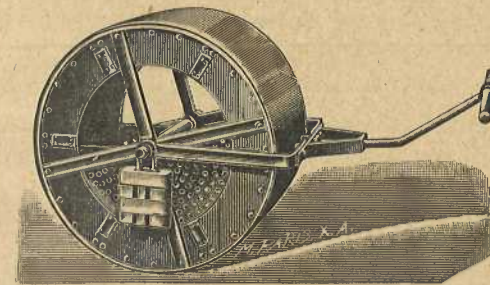
Rozgrzany pył asfaltowy usypuje się partjami na betonie i to warstwą o 40% grubszą, aniżeli ma wynosić grubość warstwy asfaltowej, o tyle bowiem należy ubić względnie sprasować asfalt, aby mu nadać pożądaną spoistość, twardość i nieprzepuszczalność. Gdy więc warstwa asfaltu już ubitego wynosi przeważnie 40 do 50 mm grubości, to pył usypać należy w wysokości 56 do 70 mm.

Usypany gorący pył asfaltowy powinien być jeszcze sprasowany, względnie ubity, bo dopiero to przemienia go w pokład spoisty i trwały, a w miarę zwiększonego nacisku, zwiększa się ciężar gatunkowy płyty, a z nim i jej odporność. Asfalt prasowany w sposób przeciętny ma

ciężar właściwy 2·050, natomiast sprasowany w silnej prasie hydraulicznej dochodzi do 2·35.

W asfalcie ubijanym występują stale wewnętrzne napięcia, wywołane zmianą temperatury; siły te w razie niewłaściwego wykonania asfaltu powodują w krótkim czasie zniszczenie nawierzchni. Podobnie więc, jak doborowi materiałów i budowie podłoża pod pokład asfaltowy, tak też i wykonaniu tego ostatniego poświęcić należy baczną uwagę.

Dla uniezależnienia ruchów nawierzchni asfaltowej od betonu, daje się czasami między nie materiał, rodziłący od siebie obydwie płyty, może to być warstwa papy



Rys. 2. Wałek ręczny do prasowania asfaltu.

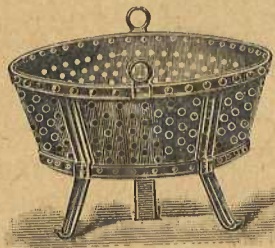
dachowej, mastyksu lub innego ciała, niedopuszczającego do silnego mechanicznego złączenia się asfaltu z betonem.

Usypany na betonie gorący pył wyrównuje się przy pomocy linji, ma ona długość odpowiadającą szerokości ulicy i jest wygiętą w łuk, analogiczny do przyszłego profilu nawierzchni. Linję przesuwa się tam i zpowrotem na umieszczonych na jej końcu kółkach, które chodzą po desce albo płytach asfaltowych prasowanych, ustawionych przy krawężnikach i wymierzonych odpowiednio do wysokości, jaką ma mieć warstwa asfaltu. Następnie prasuje się pył przy użyciu ciężkich wałków żelaznych, o średnicy około 1 m, które można jeszcze w miarę potrzeby dodatkowo

obciążać, a ogrzewanych ruchomym koszem koksowym (rys. 2), umieszczonym wewnątrz wałka.

Kosz ten wisi wolno na osi i ogrzewa te partje wałka, które w miarę jego obrotu zbliżają się do ogniska; przyczepiający się do wałka pył zmiata szczotka, umieszczona od strony dyszla.

Prasowanie rozpoczyna się od chodnika, względnie od krawężników. Wałkiem porusza się wzdłuż drogi, przybierając do wałkowania dalsze partje pasami o szerokości najwyżej 5 cm. Nie można nigdy zbyt wielkiej powierzchni brać naraz do prasowania, gdyż usypany na drodze asfalt w międzyczasie ostygnie, a wówczas komprymacja jego nie będzie dostateczna. Dwie w różnym czasie wywałkowane partje łączy się ze sobą *szew*, biegnącym w poprzek drogi. Jest to wąski pasek próżny, względnie założony sztabą żelazną lub listwą drewnianą, a pozostawiony między dwoma partjami asfaltowej płyty. Po ukończeniu wałkowania szew opróżnia się i oczyszcza, krawędzie jego podgrzewa się na nowo, poczem szczelinę zasypuje się gorącym



Rys. 3.
Kosz (piecyk) koksowy.

pyłem i ubija ją rozgrzaną żelazną dobną, której wymiar odpowiada szerokości szczeliny. Szew ma być tak wyrównany, aby przejście z jednej powierzchni na drugą było gładkie.



Rys. 4.
Kosz (piecyk) koksowy

Do prasowania wielkich nawierzchni używa się wałka parowego.

Wywałkowaną powierzchnię ubija się jeszcze dodatkowo ręcznie dobniami, ogrzewanymi naprzemian w koszu koksowym (rys. 3 i 4). Dobnia zwykła ma kształt okrągły, te zaś, których się używa do robót przy krawężnikach, mają formę kwadratu. Sporządzono także maszynkę

ubijającą, przypominającą swą konstrukcją amerykańską tłuczkę. Ta jednak mimo wielu zalet, jakie zapowiada, w praktyce się dotąd nie przyjęła.

Szorstką powierzchnię asfaltu równa się gorącymi żelazkami. Przy prasowaniu i ubijaniu zwraca się szczególnie baczna uwagę na to, by ubita powierzchnia odrazu była wykończona gładko, bez wgłębień, bez odcisków ubijaczek, lub też obuwia robotników, — takich nierówności prawie że nie można później trwale naprawić. Dlatego krawędzie dobnii mają zwykle kształt lekko zaokrąglony, nie zaś ostry, ażeby się nie wcinały w miękki asfalt, a robotnicy chodzą po świeżym pokładzie w filcowych pantoflach.

Do robót asfaltowych wogóle, a więc zarówno do ubijania, jak poprawek, gładzenia i t. d., używa się narzędzi ogrzanych, opatrzonych styliskiem drewnianem, aby je można bez poparzenia się brać w ręce. Do ogrzewania narzędzi służą różnej formy kosze (piecyki) koksowe, wypełnione żarzącym się koksem, w których grzeje się stale pewna ilość narzędzi do wymiany. Robotnik składa do kosza ostudzony już przyrząd, a bierze z niego gorący i kontynuuje swą pracę bez przerwy dalej.

Wałkowaniem nie da się odrazu skomprymować pokładu o 40%, początkowo osiąga się tylko około połowy tej różnicy, reszta sprasowuje się sama pod wpływem ruchu ulicznego.

Brak asfaltowy, świeżo wykonany, jest jeszcze przez dłuższy czas stosunkowo miękki i podatny, tak, że koła pozostawiają na nim ślad i to tem głębszy, im słabiej warstwa asfaltu została ubita. Ruch kołowy w krótkim czasie niszczy źle wykonany asfalt, natomiast dobry jeszcze więcej sprasowuje. Ostatecznie twardnieje on do tego stopnia, że nie okazuje nadal żadnych śladów.

Miejsca niedość starannie wykonane, albo te, w których usypano mniej asfaltu, pod działaniem ruchu kołowego w krótkim czasie wybijają się w doły, natomiast takie,

w których usypano za dużo pyłu, tworzą wzniesienia; w ten sposób niestaranność i nieuwaga prowadzi do popsucia całej nawierzchni. Z wyjątkową dbałością wykonuje się tor tramwaju. Perjodyczne wstrząśnienia, wywołane ruchem wozów kolei elektrycznej, udzielają się asfaltowi. Dla uchronienia go obkłada się tor elastycznym asfaltem „kautczukowym” (str. 41), albo też szyny bezpośrednio obkłada się twardym drzewem gatunku tallov wood lub jarrah karri (Friese), które neutralizują wstrząśnienia tak, że asfalt, dotykający drzewa, nie jest już na te ujemne skutki narażony.

Płyty prasowane stanowią odmianę asfaltu ubijanego, fabrykuje się je na zasadzie podobnej jak asfalt ubijany, tylko prasowanie wykonuje się odrazu w fabrykach w odpowiednich formach i pod znacznym ciśnieniem.

Bruki z płyt asfaltowych prasowanych mają większą wytrzymałość aniżeli bruk z asfaltu ubijanego, gdyż z jednej strony ich prasowanie odbywa się pod bardzo wysokim ciśnieniem, jakiego ubijanie ani wałkowanie nie daje, z drugiej zaś, komprymacja płyty jest dla każdej z nich ta sama. Płyta, jako twardsza od asfaltu ubijanego, bo silniej od niego sprasowana, mniej ulega zużyciu, a jeżeli już się niszczy, to równomiernie na całej powierzchni, bo ma ona w każdym swym punkcie tę samą odporność, czego o asfalcie ubijanym powiedzieć nie można, gdyż poszczególne jego partie mogły być z różnym naciskiem ubite.

Wykonanie brukowania płytami postępuje szybciej, a robota nie jest dla mieszkańców uciążliwą, nie wywołuje bowiem tej masy pyłu i dymu, jaka wywiązuje się przy sporządzaniu asfaltu drogą zwykłą.

Do układania płyt nie potrzeba specjalnych robotników, zbędne są również rozliczne rekwizyta, uciążliwe i kosztowne w nabyciu i transporcie. Jeżeli więc chodzi o wykonanie niewielkich robót, lub w miejscowościach oddalonych od fabryk asfaltu, to bruk, ułożony z płyt prasowanych, wypadnie taniej.

Wkońcu poprawki bruku — tak często konieczne tam, gdzie ułożone są przewody gazowe, wodociągowe i t. p., które wskutek pęknięcia lub innego zepsucia muszą być poprawiane, — są o wiele łatwiejsze i dają się wykonać trwalej.

Płyty asfaltowe zdobyły sobie pierwszeństwo we wnętrzu budowli, do podłóg wszelkiego rodzaju, wyłożenia małych podwórz, wjazdów i t. d.

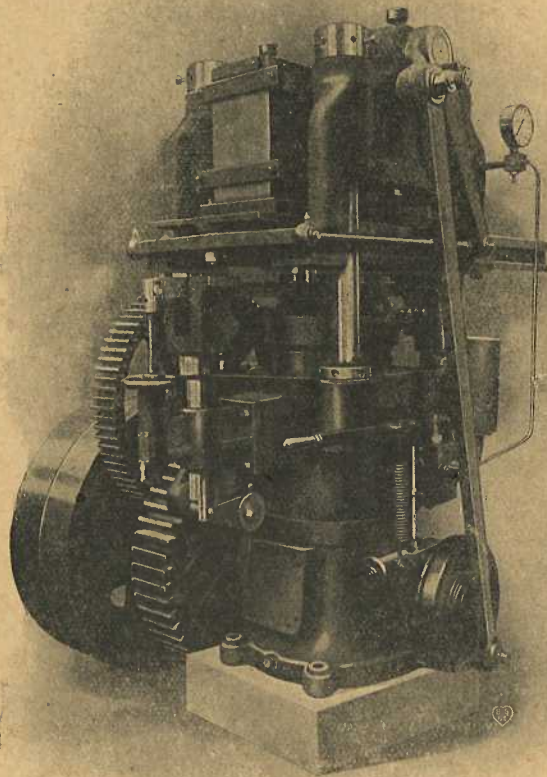
Co do praktycznej wartości obydwu materiałów do nawierzchni ulicznych, zdania są jeszcze ciągle podzielone, trudno się zresztą temu dziwić, bo właściwie brak jeszcze dostatecznej ilości danych, potrzebnych do katagorycznej oceny.

Pył, przeznaczony na płytę, musi być przed użyciem podgrzany o tyle, aby w chwili prasowania miał jeszcze 100—110°, przyczem pamiętać należy, że pod naciskiem temperatura asfaltu się podnosi, prasowanie go więc w zbyt wysokiej temperaturze oddziałuje szkodliwie na trwałość płyty. Można tu sobie pomagać o tyle, że za gorący pył prasuje się pod niższym ciśnieniem, za chłodny natomiast pod wyższym, aniżeli normalnie potrzeba. Ogrzewanie pyłu odbywa się w aparatach stałych, różnej konstrukcji, z tych lepsze są takie, w których pył bywa w czasie ogrzewania poruszany, albo w których ogrzewa się go nie bezpośrednio ogniem, ale np. parą, unika się bowiem dzięki temu przepalania pyłu.

Prasa, użyta do roboty, powinna się odznaczać pewnością ruchu, dozwalać na dowolną regulację ciśnienia, ciśnienie zaś nie powinno powstawać nagle, ale przybierać stopniowo na nacisku. Do tego celu skonstruowano szereg maszyn, z tych najlepsze usługi oddają — hydrauliczne.

Prasa o maksymalnym ciśnieniu 400 000 kg wydaje 6 000 ciśnień na dwie formy, a więc 12 000 sztuk. Do obsługi wystarczają zwykli dzienni robotnicy. Budowa jest odpowiednio silna, przytem zabiera w pracowni niewiele miejsca.

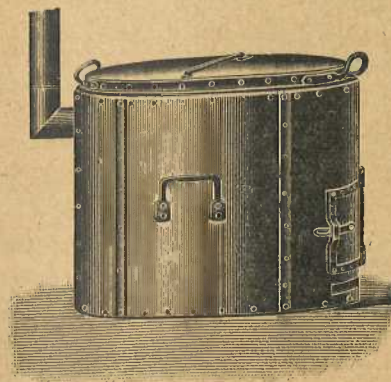
Wysokość ciśnienia zależy od prasy, ale także i od jakości pyłu i wynosi dla naturalnych gatunków 100 do 120 atmosfer, dla sztucznych 80—100.



Rys. 5. Prasa hydrauliczna.

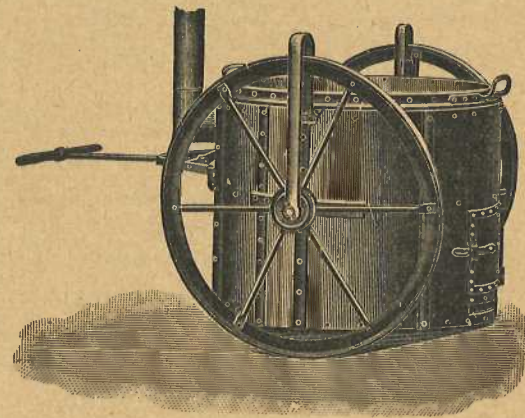
Wielkość i kształt płyt bywa różna, mają one formę kwadratu o boku 10, 20, 30 cm, lub prostokąta o wielkości 15×30 cm i t. d., najczęściej spotyka się wymiar 25×25 cm, grubość zależy od przyszłego użycia płyty; przeznaczonym

na drogi o silnym ruchu, daje się grubość 5 cm. Formy są z żelaza lanego, wewnętrzne ich powierzchnie powinny być bezwzględnie gładkie i równe.



Rys. 6.
Kociołek stojący do gotowania asfaltu.

Dla wzmocnienia tej strony płyty, która narażoną będzie na silne zużycie, dodaje się ciała jej obce, ale o wielkiej wytrzymałości, np. piasek kwarcowy, bazaltowy, porfirowy i t. p. Domieszki muszą być czyste i ostrokrawężne, inaczej nie siedzą dość silnie w masie. W braku naturalnego piasku, można go sobie przyrządzić w ten sposób, że rozżarzone bryły kwarcu, bazaltu lub porfiru wrzuca się do zimnej wody, przez to stają się one kruche i pękają, dalsze ich rozdrobnienie następuje już łatwo w desintegratorze lub innej, nadającej się do tego maszynie. Piasek usypuje się cienką warstwą na dnie formy, natądaje się pył asfaltowy i podsuwa się formę pod prasę. W ten sposób sporządzona płyta okazuje wytrzymałość równą wytrzymałości domieszki, użytej do posypania powierzchni płyty; ziarna obce, o ile były czyste i ostrokrawężne, tkwią tak silnie w masie, że tylko dłotem można je stamtąd wydobyć.



Rys. 7. Ruchomy ręczny kociołek.

Gotowych płyt nie należy odrazu po sprasowaniu układać na sobie, gdyż posiadają jeszcze zbyt wysoką temperaturę i łatwo mogą się zlepić w bryły, należy więc dać im czas do ostygnięcia, a dopiero później magazynować w stosach. Płyty układa się w ulicy na trwałym i równym pokładzie, który posypuje się cienką warstwą piasku, albo lepiej pyłu asfaltowego. Przed ułożeniem podgrzewa się płytki do temperatury 50 do 60°, aby można było wygiąć je odpowiednio do profilu ulicy i aby brzegi ich się złączyły, następnie układa się je ściśle jedne obok drugich. Ponieważ jednak w spojeniu musi powstać szczelina, dlatego że powierzchnie stykowe są od siebie cokolwiek odchylone, więc natychmiast po ułożeniu zasypuje się ją gorącym pyłem tej samej jakości, z jakiej wykonano płytę. Całość wałkuje się gorącym, ciężkim wałkiem ręcznym, przez co doprowadza się do trwałego połączenia się płyt w spojeniu i stworzenia przez to jednolitej powierzchni.

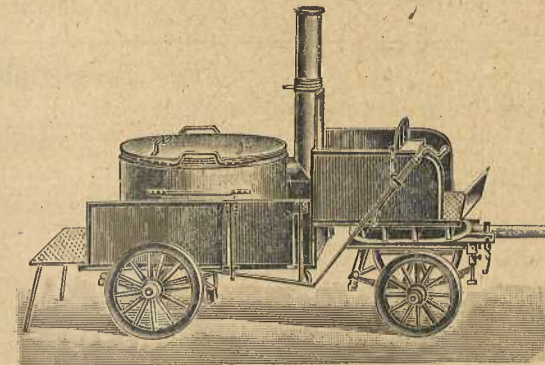
Chodniki najpraktyczniej robi się z płyt, których długość odpowiada szerokości chodnika np. 1·20, 1·50 i t. p., szerokość płyt wynosi wówczas zwykle 0·50 m, układa się je starannie na twardym pokładzie i przewalkuje gorącym wałkiem.

Ruch kołowy ulicy przyczynia się do silniejszego skompromowania nawierzchni asfaltowej; przy płytach jest bardzo pożądaną rzeczą, aby pod działaniem tej kompresji spojenia między płytami jeszcze bardziej się zamknęły, gdyby bowiem powtórzyły się zczasem wśród nich szczeliny, to pod wpływem przedostającej się do nich wilgoci i mrozu asfalt w krótkim czasie zniszczy się.

Asfalt ubijany okazał się znakomitym materiałem dla torów jezdnych i im dłużej jest on w użyciu pod działaniem przewożonych ciężarów, tem staje się trwalszy. Nadaje się również na nawierzchnie nie ujeżdżane, a więc na chodniki, a dalej do konstrukcyj wewnątrz budynku, ponadto do izolacji ścian przed wilgocią, do uszczelniania przewodów, np. rur kanalizacyjnych i t. p.

VI. Asfalt lany.

Asfalt lany przedstawia płaszczyznę gładką, w czasie słotnym nawet śliską, tak że chodzenie po niej — szczególnie na pochyłości — może być niebezpieczne. Aby zapobiec



Rys. 8. Kocioł ruchomy przewoźny.

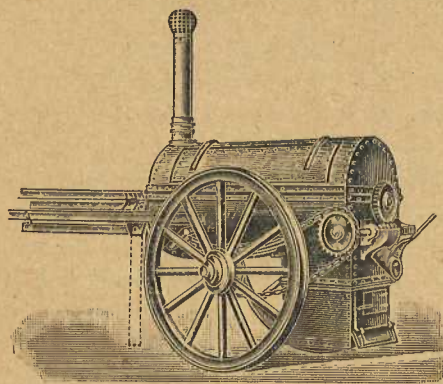
wypadkom, pokrywa się w tych miejscach asfalt deseniami, podobnie jak posadzkę terakotową, dzięki czemu chodzenie po karbowanej powierzchni staje się bezpieczniejsze.

Desień wykonuje się w ten sposób, że formy żelazne, na których wykonany jest wzór, rozgrzewa się silnie i wciska w niezupełnie jeszcze stężały asfalt.

Asfalt lany sporządza się z mastyksu asfaltowego z dodaniem w pewnych razach żwiru.

1. Mastyks jest to stopiona mieszanina pyłu asfaltowego i gudronu, która zawierać powinna 20% bitumu, ma

go zatem znacznie więcej od asfaltu ubijanego, a wskutek tego mięknie i topi się pod działaniem temperatury



Rys. 9.
Kocioł ruchomy przewoźny.

i w tym względzie różni się również od asfaltu ubijanego, gdyż ten ostatni, wobec małej zawartości bitumenu, jest trudno topliwy. Pył, użyty do fabrykacji mastyksu, pochodzi z reguły z chudej skały bitumicznej, zawiera więc zbyt mało bitumu, który wprowadza się dopiero do masy przez dodanie do pyłu odpowiedniej ilości gudronu, względnie miesz-

niny, do tego celu specjalnie spreparowanej z gudronu i topnika.

Domieszka ta odpowiadać musi pewnym warunkom, w szczególności:

ma być odporną na działanie atmosfery, jej punkt wrzenia ma leżeć ponad 250°, w wysokiej temperaturze nie powinna się rozkładać, nie może zawierać składników, rozpuszczalnych w wodzie, musi być chemicznie obojętna.

Zalety powyższe posiadają: asfalt naturalny, ter górski, asfalt petrolowy, preparaty z łupków bitumicznych, oraz oleje parafinowe, pochodzące z destylacji węgla brunatnego, a wolne od fenolu.

Do fabrykacji mastyksu służy kocioł t. zw. *mastykator*, mający kształt leżącego cylindra, zaopatrzonej wewnątrz w mieszadło, poruszane mechanicznie. Kocioł jest obmurowany, ma przeciętną pojemność 5000 kg, do obrotu mieszadeł zużywa się 8—9 kw. m, materiał wrzuca się otworem u góry, wypływ znajduje się u dołu, najczęściej

w stronie czołowej kotła i to zwykle umieszczony około 1·00 m nad posadzką, to znaczy w takiej wysokości, aby wózek, do którego gorący mastyks z kotła się odpuszcza, mógł pod otwór swobodnie podjechać.

Do kotła daje się najpierw gudron, gdy ten już w zupełności się roztopi, a temperatura dojdzie około 140°, wsypuje się pierwszą partję 100 kg pyłu, o ile możliwości podgrzanego, aby nie obniżał temperatury kotła. Równocześnie puszcza się w ruch mieszadło, a gdy masa w kotle stanie się już zupełnie jednolitą, daje się następną partję pyłu i tak postępuje się dalej, aż do uzyskania masy o pożądanych własnościach. W międzyczasie temperaturę w kotle podnosi się do 180°.

Mastyks asfaltowy odróżniać należy od mastyksu terowego, pierwszy składać się może tylko z pyłu skały bitumicznej i gudronu trinidad I lub II. Zawierać powinien najmniej 15% a poza tem x ciał mineralnych, przede wszystkim węglanu wapna, który powinien przechodzić przez sito o oczkach 0·63 mm w znacznej części, a przez sito o oczkach 2 mm w zupełności. Niedopuszczalne są domieszki teru i smoły pogazowej.

Mastyks nie może być za rzadki ani za gęsty, cała jego masa musi mieć jednolitą barwę, bez jaśniejszych smug i pasów, wskazujących na niedokładne wymieszanie. Dobry mastyks daje się z trudnością krajać nożem, paski mastyksu w temperaturze pokojowej, a więc około 20°, przy naciąganiu powinny być elastyczne. Po minutowem trzymaniu mastyksu nad świecą, daje się odczuć zapach asfaltu; jeżeli zamiast niego wyczuwa się zapach mazi, smoły lub przypomina się atmosfera gazowni, wówczas mastyks zafałszowany został surogatami asfaltu; potrzymany dłuższą chwilę nad płomieniem dobry mastyks mięknie, ale ani spływa, ani też nie zapala się, a jeżeli płonie, to zawiera jeszcze za wiele pozostałości z destylacji ropy. Blok mastyksu powinien pod silnem uderzeniem młota rozprysnąć się

w drobne kawałki, przełom jego ma mieć strukturę gładką i barwę głęboko czarną. Jeżeli się nie da tak rozbić, to użyty do jego sporządzania gudron był za miękki, albo też temperatura topienia za niską, lub wreszcie wymieszanie nie było dostateczne. Barwa przełomu o odcieniu brunatnym wskazuje, że dodano za wiele pyłu, albo że pył nie został w należyłym stopniu impregnowany gudronem.

Stosunek poszczególnych składników da się ustalić w każdym wypadku z osobnymi próbami, w grę wchodzi bowiem różnorodny materiał, uniemożliwiający podawanie ryczałtowego przepisu.

Według W. Friese'go jedna ze środkowo-niemieckich fabryk, używająca pyłu, mającego 5,5% bitumu, potrzebuje na 5200 kg mastyksu:

- 4800 kg pyłu asfaltowego;
- 300 „ trinidad épuré;
- 150 „ petrolasfaltu twardego;
- 100 „ „ miękkiego;
- 150 „ smoły z węgla brunatnego, średnio miękkiej;
- 50 „ oleju parafinowego.

Gotowy mastyks odpuszcza się z kotła do wózków i niemi odwozi się do miejsca, gdzie są przygotowane formy, do których go się wlewa.

Formy są okrągłe, owalne, sześcioboczne i t. p., o wysokości 10—15 cm, stężaly w nich blok waży 20—30 kg. Formy wykonane są z blachy żelaznej, mają tylko pionowe ściany, a dno tworzy się w ten sposób, że kładzie się formę na płytce żelaznej. Dla łatwego wyjmowania bloków z form daje się im ścianki albo na zawiasach albo spinane haczykami. Ścianki muszą być wewnątrz równe i gładkie, aby tem pewniej uniknąć przyczepiania się do nich mastyksu, można je także wewnątrz powlec wodą glinianą. Fabryka potrzebuje zawsze znacznie większego zapasu form, chodzi bowiem

o to, aby kocioł z gotowego mastyksu jak najprędzej opróżnić i rozpocząć robotę z nową partją.

Mastyks w tej postaci, w jakiej wychodzi z fabryki, nie nadaje się do użycia, gdyż wysoki procent bitumu, jaki zawiera, czyni go mało odpornym na wpływy atmosferyczne i na zużycie. Mięknie więc pod działaniem słońca, a pod wpływem mrozu rysuje się, natomiast w miejscach osłoniętych przed wyższymi czynnikami, szybko się ściiera. Należy zatem mastyks przygotować odpowiednio do celu, jakiemu ma służyć, tam więc gdzie w grę wchodzi wyższa temperatura, dodaje się do mastyksu żwiru, którego ilość dochodzić może 30—40% (w okolicach podrównikowych nawet 50%), natomiast dla uodpornienia go na działanie mrozu używa się dodatku z twardego gudronu.

2. Gudron. W praktyce nazywamy gudronem każdą masę asfaltową, powstałą ze stopienia dwóch lub więcej gatunków asfaltu. Przez przetopienie asfalt w znacznej mierze się przeczyszcza i przedstawia przez to o wiele więcej zalet, aniżeli asfalt pierwotny. W handlu rozróżniamy głównie trzy rodzaje gudronu:

gudron trinidad I
„ „ II
„ niemiecki.

Różnią się one od siebie jakością i cenami.

Gudron trinidad I otrzymuje się z asfaltu trinidad épuré, przez przetopienie go i dodanie 2—3% oleju parafinowego; w czasie topienia osiada z masy znaczna ilość piasku na dnie kotła, a przez to samo odsetek bitumu wzrasta. Przy przeróbce zatem na mastyks potrzebuje znacznie większego dodatku piasku, względnie innych materiałów, aniżeli inne gatunki gudronu. Materiał ten jest ze wszystkich najbardziej twardy i kruchy, ponieważ zawiera stosunkowo jeszcze dość znaczną ilość piasku, więc jego czarna barwa ma brunatny odcień. Używa się go

w miejscach, wymagających wielkiej odporności na działanie promieni słonecznych, lub wogóle ciepła. Zawierać powinien najmniej 60% bitumu, a punkt topliwości nie może leżeć poniżej 38° C.

Gudron trinidad II fabrykuje się z asfaltu trinidad épuré, z dodaniem znaczniejszej ilości innych materiałów asfaltowych, w pierwszym rzędzie petrolasfaltu, którego ilość dochodzi do 50%. Wskutek tego gudron II na zimnie jest miększy, a w wysokiej temperaturze znacznie rzadszy aniżeli gatunek pierwszy. Nadto ma mniej piasku aniżeli gudron I, gdyż w rzadkiej cieczy piasek łatwiej nadół opada. Dokładniejsze oczyszczenie z piasku nadaje mu barwę czysto czarną z połyskiem. Gudron II używa się w miejscach ochronionych przed bezpośrednim działaniem słońca, zawierać powinien najmniej 80% bitumu, punkt topliwości leżeć musi powyżej 28° C.

Gudron niemiecki ma małą twardość, w zwykłej temperaturze daje się ciągnąć w nitki, nadaje się tam, gdzie nie chodzi o odporność na ciśnienie lub zużycie, a tylko o uzyskanie masy gęstej, dobrze izolującej przed wilgocią.

Gatunek ten nie jest — jak pierwsze dwa — specjalnie preparowany; pod marką gudronu niemieckiego wchodzi w handel przeważnie petrolasfalt, pozostałości z destylacji różnych mazi, albo też smoła z węgla brunatnego, a często nawet materiały o podejrzanym składzie, nieznaney konsystencji i trwałości, nierzadko do mieszanki wchodzi preparaty z mazi pogazowej.

O tych tak dowolnie skombinowanych materiałach, zwanych także w handlu tylko ogólnikowo „gudronem”, nie da się nic określonego powiedzieć. Nasuwa się tylko mimowoli życzenie, aby własności, jakie gudron posiadać powinien, zostały nareszcie sprecyzowane.

Gudron niemiecki jest podobną lichotą jak rozmaite sztuczne asfalty ubijane. Należy się go wystrzegać w solidnych robotach budowlanych, a dopuszczać do użycia przy

fabrykacji papy, płyt izolacyjnych, impregnacji drzewa, powlekanu żelaza i t. p.

Jakość gudronu względnie mastyksu stwierdza się przez wydzielenie z masy bitumu i zbadanie jego własności, odrębnie zaś własności domieszek mineralnych.

Rozróżnia się poszczególne gatunki gudronu przez to, że w gudronie I znajdujemy znaczną ilość domieszek mineralnych, rozpuszczalny bitumen naturalny zawierać powinien około 4% siarki, części oleiste mieć będą poniżej 2% parafiny, a natomiast znaczniejszy odsetek kwasów. W gudronie II jest więcej parafiny, mniej kwasu i mniej siarki.



Rys. 10. Mieszacz do gudronu.

Gudron wchodzi w handel w beczkach o wadze 200 do 250 kg. Przed napełnieniem beczek należy ich ściany polać wodą glinianą albo wapienną, a następnie wysuszyć. Wlewanie gorącego gudronu do wilgotnych beczek wywołuje nagle tworzenie się pary wodnej i zaburzenia w przebiegu napełniania. Na budowie wybiera się gudron z beczek w ten sposób, że się je rozbija.

Dobry gudron powinien posiadać następujące własności:

w 10° C ma być zupełnie stężały;

pod działaniem ciepła ręki można go lekko ugniatać i daje się wówczas wyciągać w cienkie długie nitki; przytem nie powinien lepnąć do palców, ani brudzić ręki;

ma zachować elastyczność w obrębie znaczniejszej granicy temperatur;

dopiero w temperaturze 40—50° może spłynąć;

trzymany nad płomieniem, powinien zacząć się palić dopiero z chwilą, w której staje się płynny;

roztopiony i wrzucony do zimnej wody studziennej, musi w krótkim czasie stężeć w niej na masę o znacznej twardości;

przełom stężałego kawałka gudronu powinien być muszlowy, o jednolitej barwie; smugi na niej dowodzą, że składniki gudronu nie zostały zmieszane w jednolitą masę.

Do sporządzenia gudronu używa się dzisiaj w pierwszym rzędzie asfaltu trinidad épuré. Ponieważ sam ten asfalt, jako taki, dałby materiał zbyt kruchy, dodaje się do niego, jako topnika, asfaltu petrolowego, a w ostateczności produktów destylacji łupku bitumicznego lub węgla brunatnego.

Przetopienie asfaltu trinidad z topnikiem odbywa się w kotłach, z nich gotowy gudron wylewa się do dołów w ziemi, w których wystygą i tężą.

3. Żwir musi być czysty, suchy, ostry, o wielkości ziarn 3—5 mm średnicy. Do najlepszych należy żwir z niezwiertzałego bazaltu, który dzięki swej wielkiej twardości i gęstości odznacza się największą wytrzymałością; następnie wchodzi w rachubę żwiry: granitowy, porfirowy, kwarcowy i i.

Żwir rzeczny, zawierający miękkie kawałki wapienia lub innej skały, które się pod wpływem temperatury gotowania w kotle rozpadają — nie nadaje się tu do użycia.

W Niemczech używa się żwiru wielkości grochu, natomiast we Francji chętniej bierze się do tego celu piasek gruby, w Ameryce zaś piasek mialki. Ta różnica w jakości domieszek, używanych w różnych krajach, tłumaczy się wielu względami, i tak, żwir, względnie piasek gruboziarnisty, łatwo daje się wymieszać z mastyksem trudno ciekłym, natomiast daje masę o powierzchni niejednostajnie twardej, bo między poszczególnymi ziarnami żwiru pozostaje stosunkowo wiele miejsca na miękką masę asfaltową, która ulega pierwszej zużyciu. Dokoła każdego ziarna żwiru powstają wówczas pod wpływem ruchu na ulicy dołki,

a cała powierzchnia staje się chropowata. Natomiast piasek drobny, względnie mialki, miesza się wprawdzie bardzo trudno z mastyksem trudno ciekłym, nadaje się zatem do mastyksów o rzadkiej konsystencji, zato daje powierzchnię bardziej jednolitą i równomiernie się zużywającą.

Przy znacznej ilości kamiennych domieszek, dodanych do mastyksu, masa nabiera trwałości i charakteru pokładu asfaltowo-kamiennego. Za wielki dodatek żwiru wywołuje tworzenie się w pokładzie miejsc pustych, w które przedostaje się wilgoć a następnie i mróz, powodujący zniszczenie pokładu.

Topienie mastyksu i preparowanie go żwirem, względnie gudronem, odbywa się na budowie w małych kociołkach stojących, albo w większych cylindrycznych, urządzonych do przewożenia. Temperaturę w nich doprowadza się blisko do 150°, przyczem mieszadłami utrzymuje się masę w ciągłym ruchu, aby zapobiec przez to osiadaniu się żwiru na dnie, lub przypalaniu się asfaltu do boków kotła.

Wzajemny stosunek ilościowy, w jakim mastyks miesza się z dodatkami zależy

od ilości zawartego w mastyksie bitumu;

„ właściwości (pochodzenia) tegoż;

„ celu, do jakiego mastyks ma być użyty;

„ warunków klimatycznych miejscowości, w której asfalt będzie wykonany;

od tego, czy znajdzie on zastosowanie wewnątrz budynku, czy też na wolnym powietrzu i t. d.

Im większą ilość gudronu zawiera masa, tem wrażliwszą staje się ona na działanie słońca, dlatego to w okolicach południowych dodaje się stosunkowo znaczny procent piasku, względnie żwiru, który czyni asfalt sztywniejszym i odporniejszym na ciepło, naodwrot w północnych okolicach dodaje się więcej gudronu, aby masa nie pękała pod działaniem mrozów.

Przeciętnie dla klimatu środkowo-europejskiego stosunek ilościowy poszczególnych materiałów, potrzebnych na 1 m³ asfaltu lanego, wynosi:

mastyksu	1500—1600 kg,
piasku lub żwiru .	700— 800 kg,
gudronu	100 kg.

Francuskie towarzystwo „Compagnie Générale des Asphaltes de France” zużywa (Friese) na 1 m² chodnika o 15 mm grubości warstwy, następującą ilość materiałów:

23—25 kg mastyksu z Seyssel,
1½ kg gudronu z Seyssel,
13—15 litrów czystego, suchego piasku,
albo:
25—27 kg mastyksu,
2 „ gudronu trinidad,
0.5 „ trinidad épuré,
12 1 żwiru.

W Ameryce wszedł w użycie do budowy ulic asfalt lany, o znacznej ilości twardych domieszek. Wykonuje się go z dwóch warstw, dolna — o grubości 130 mm jest mieszaniną, złożoną:

z 16% Ebano-asfaltu (petrolowy),
84% tłuczonych kamieni.

Warstwę tę silnie się wałkuje. Górna składa się:

z 16% Ebano-asfaltu (albo kalifornijski),
79% piasku,
5% mielonego wapienia.

Tego rodzaju asfalty rozpowszechniają się z tamtej strony oceanu coraz więcej. Użycie wapienia należy tłumaczyć tem, że, jako miękniejszy, powoduje równomierniejsze zużywanie nawierzchni, naodwrot zaś, ponieważ wsiąka w siebie asfalt, wymaga więc dodatku znaczniejszej ilości gudronu.

Asfalt lany otrzymuje pokład betonowy zupełnie podobnie, jak asfalt ubijany; na suchość betonu należy zwracać

również i tu baczna uwagę, gdyby bowiem beton był wilgotny, to pod wpływem gorąca asfaltu wilgoć przemieni się w parę wodną, a nie mogąc ujść przez szczelną płytę asfaltową, potworzy w jej spodzie pęcherze, osłabiające bardzo stałość i wytrzymałość nawierzchni.

Grubość pokładu bywa następująca:

dla jezdni	15—20—30 cm, mieszanina 1 : 3 : 5,
„ chodników, podwórzy,	
wjazdów, teras	8—10 „ „ 1 : 3 : 5.

Ziemia pod betonem musi być ubita, względnie daje się tam grubszy pokład żwiru, ubitego z piaskiem.

Zarówno w betonie, jak i w asfalcie, odbywają się ruchy, różne co do napięcia i czasu, tak więc jeden jak i drugi powinien mieć swobodę w tym kierunku. Osiąga się ją przez to, że wierzch betonu dokładnie się wygładza a nadto posypuje się go często mialkim piaskiem, lub pyłem asfaltowym.

Asfaltowanie ulicy, względnie posadzki, wykonuje się małemi pasami do 10 m² powierzchni. Dla uzyskania jednostajnej grubości płyty posługujemy się przyrządami, poznanymi już przy asfalcie ubijanym.

Z kotła czerpie się asfalt chochlą do wiaderk i w nich roznosi go do miejsc roboty i rozlewa się pasami na betonie, robotnik zaś drewnianem narzędziem rozprzestrzenia masę dalej, a powierzchnię jej następnie wygładza.

Asfalt lany ma tę zasadniczą i dotychczas niczem nie dającą się usunąć wadę, że ziarna piasku, względnie żwiru, mające nadać powierzchni asfaltu wzmożoną wytrzymałość, w chwili rozprzestrzeniania roztopionego asfaltu na betonie, mają skłonność do opadania ku dołowi. Oczywiście, że osłabia to znacznie wytrzymałość nawierzchni asfaltowej, dlatego też, jak długo jest ona jeszcze gorąca, posypuje się ją piaskiem, który deszczulkami wciiera się w asfalt.

Dla dokładniejszego posypania całej powierzchni piaskiem i wciśnięcia go w miękką i ciepłą jeszcze masę, posłużyć się także można następującym sposobem:

Powierzchnię świeżo sporządzonego asfaltu posypuje się piaskiem o warstwie grubości 2 cm, poczem wałkuje się go zwolna wałkiem o wadze około 50 kg, który po warstwie kilkakrotnie się przesuwa. Piasek pozostawia się następnie na asfalcie aż do ostygnięcia całej masy, poczem dopiero zmiata się tę jego nadwyżkę, która pozostała niewciśnięta. Przez takie postępowanie piasek został na całą powierzchnię równomiernie rozdzielony i w nią wciśnięty.

Grubość płyty lanej zależy zawsze od miejsca jej użycia, i tak: wewnątrz budynku wystarcza 2 cm, zewnątrz, w miejscach nie służących do przejazdu 3 cm, tory jezdne 4 cm. Wskutek opadania ziarn piasku w rzadkiej masie asfaltowej wdół, nawierzchnia, wykonywana z asfaltu lanego, zasadniczo nie powinna przekraczać 25 mm grubości, grubsze konstrukcje wykonuje się dwoma warstwami i to: niższą daje się zawsze miększą, a górną twardą. W ogólności asfalt lany nadaje się do wnętrza, dziedzińców, mało uczęszczanych placów i chodników, podłóg w stajniach, terasach, platformach i t. p., dalej do wodotrwałych sklepień w tunelach, wiaduktach, kazamatach; bywa także używany do sporządzania warstw izolujących budynki przed wilgocią gruntową; dalej do różnego rodzaju zbiorników.

Nadaje się wreszcie doskonale do uszczelniania spojeń wszelkiego rodzaju, a szczególnie w brukach drewnianych i kamiennych, do uszczelniania rur kanalizacyjnych i t. p.

Lane płyty asfaltowe.

Mastyks nadaje się doskonale do wyrobu lanych płyt, przewyższających pod względem trwałości dotychczas omówione wyroby z asfaltu.

Wykonuje się je w różnej wielkości, przeważnie kwadratowe, o wymiarze boku 40—60 cm, w formach z żelaza lanego; dno ich — jeżeli płyty mają deseń — bywa opatrzone rysunkiem żłobionym albo wystającym, który następnie otrzymują płytki na ich górnej powierzchni. Ścianki tej

formy nie są prostopadle do dna, ale tworzą z niem kąt minimalnie rozchylony, przez to ułatwia się wybieranie płytki z formy, nadto rozchylenie to wytwarza po ułożeniu płytek szczelinę u góry, dzięki której płytki nie przylegają ściśle do siebie, a przez to i ich krawędzie nie są narażone na wzajemne tarcie. Spojenia te wypełnia się po ułożeniu bruku płynnym mastyksem. Formy można także robić składane, albo ostatecznie ścianki ich powlec przed odlaniem rozczynem glinianym.

Formę ustawia się do odlewu dokładnie poziomo, posypuje dno jej równomiernie piaskiem, a następnie wlewa do niej ciekły mastyks, który nie tylko ma wypełnić formę, ale nadto wznosić się powinien ponad jej brzeg o kilka milimetrów; da się to przeprowadzić, gdyż mastyks o tyle na powietrzu stężeje, że się pewna jego ilość ponad brzegiem utrzyma. Gdy formy nieco ostygły, a przynajmniej w tym stopniu, że dają się brać rękoma, układa się je do prasowania w stos jedna na drugiej tak, aby dno wyższej formy spoczywało na górnej stronie formy niższej. Ułożony stos prasuje się w prasie tak silnie, aby wystająca nad brzeg formy kilkumilimetrowa masa asfaltu została do formy wgnieciona. Przez takie prasowanie gorącej jeszcze masy następuje znaczne jej zgęszczenie, a wraz z niem wzrasta twardość i odporność płyty. Piasek, którym dno formy wysypano, włacza się pod wpływem nacisku w górną powierzchnię płytki i nadaje jej wytrzymałość, prawie że taką, jaką ma minerał, z którego pochodzi.

Bruk względnie *posadzkę* z lanych płytek asfaltowych wykonuje się na trwałym, dobrze ubitym i równym pokładzie; może on być gliniany, ceglany, betonowy, albo drewniany. Płytki układa się obok siebie w ten sposób, aby dolne ich krawędzie stykały się, górne — z powodu rozchylenia ścianek — tworzyć będą wtedy szczelinę, którą zapełnia się gorącym gudronem i to zwykle tak, aby ten nieco wystawał ponad powierzchnię chodnika, gdy stężeje wprasowuje się go wałkiem żelaznym do środka.

Płytki lane nadają się szczególnie tam, gdzie gotowanie asfaltu na placu budowlanym jest niemożliwe. Dają trwałą i nie przepuszczalną nawierzchnię, względnie posadzkę; używane są między innymi: na bruki, chodniki, do podłóg w kuchniach, łazienkach, pralniach i t. p., a ponieważ źle przewodzą ciepło, nadają się na podłogi także wszędzie tam, gdzie do ubikacji ciągnąć może od dołu zimno.

Grubość płytek zależy od miejsca ich użycia, na chodniki, korytarze, umywalnie, kuchnie, klozety, magazyny, podwórza niejezdne i t. p. wystarczy 2½ cm, natomiast na terasy, balkony, pralnie i t. p. 3 cm, a na podwórza jezdne, wjazdy, drogi — 4 cm.

Płyty, które z prasy wyszły bez zarzutu, bardzo często szlifuje się na zewnętrznej powierzchni; uzyskuje się przez to nie tylko zupełnie równą i gładką powierzchnię, ale także do pewnego stopnia ozdobną, gdyż oszlifowane ziarnka piasku, tkwiące w masie, tworzą na niej białe punkciki, przedstawiające dla oka miłe urozmaicenie.

Przez kombinację piasków można nawet doprowadzić do pewnej różnorodności barw; gdy się np. użyje piasku kwarcowego, nabiera górna powierzchnia płytki barwę jasnoszarą, przy użyciu porfiru albo bazaltu, ma barwę czerwono-brunatną, czarną i t. p. Barwę białą daje piasek kwarcowy, albo sproszkowana porcelana, smalta daje kolor błękitny. Kombinację wzorów kolorowych wytwarza się przez odpowiednie zestawianie płytek w desenie, albo przez utworzenie desenu kolorowego na jednej płytce. W tym drugim razie wytwarza się piaskami, usypanymi w cienkiej warstwie wzór na dnie płyty, a na to nalewa się ostrożnie asfalt i płytkę prasuje.

Wyraźniejsze wzory wykonuje się w sposób bardziej skomplikowany, mianowicie wzór układa się — dobierając starannie stosownych materiałów — na przygotowanej tablicy i podlepia się go tak, aby się nie popsuł przy nalewaniu asfaltu, poczem dopiero wlewa się asfalt. Jest to już rodzaj *mozaiki* asfaltowej, której najpiękniejszym przykładem jest

bruk, wykonany w Medjolanie około *Museo Emanuele*. Do tego rodzaju mozaiki używa się: naturalnego mastyksu asfaltowego, koniecznie uformowanych sztyftów szklanych w różnych soczystych, jasnych barwach, specjalnie wykonanych koniecznych kamyków porcelanowych 4½ mm grubości, o barwie w 27 odcieniach, czerepów porcelanowych, wreszcie sztucznie barwionych żywic.

Ozdobne wykonanie wielkich płaszczyzn wykonuje się we wzory geometryczne, nieraz bardzo efektowne, przyczem używa się płyt odpowiednio już do wzoru uformowanych, z których każda ma jednak tylko pewien jeden kolor.

Kostki brukowe z asfaltu lanego.

Mastyks nadaje się również doskonale do wyrobu kostek brukowych, zastępujących dobrze kostki granitowe lub inne. Tworzy się je w ten sposób, że szkielec konstrukcyjny kostki, dający jej wielką siłę i odporność, stanowi żwirek z kamienia bardzo twardego, najlepiej bazaltu niezwiędzłego, a mastyks jest lepiszczem, spajającym kamyki w jedną silną całość.

Dla kostek przyjmuje się najczęściej wymiar boku kwadratu 20 cm, a wysokość 12—14 cm.

W formę żelazną, odpowiadającą wybranym wymiarom, wlewa się najpierw roztopionego mastyksu na wysokość około 2 cm i pozwala mu się nieco stężeć, gdy to nastąpiło, wypełnia się resztę formy rozgrzanym żwirem, a na to nalewa się cienkim strumieniem gorący, roztopiony mastyks tak długo, aż ponad warstwą żwiru ukaże się jednolita, nie wsiąkająca już więcej w głąb, masa płynnego asfaltu. Formę napełnioną pozostawia się w spokoju aż do stężenia; ma ona dojść do tego stopnia, aby ostry koniec względnie łatwo zagłębiał się w mastyksie, wówczas kostkę prasuje się w formie pod bardzo silnym naciskiem, poczem pozwala się jej ostygnąć normalnym biegiem. Po wyjęciu z formy przedstawia ona materiał już gotowy do użycia.

VII. Inne sposoby użycia asfaltu naturalnego w budownictwie.

Asfalt odporny na działanie chemikalijskich.

Różnorodny sposób stosowania mastyksu wymaga niejednokrotnie, aby tenże był odporny na działanie kwasów lub alkalijskich. Przy sporządzaniu go do takich celów, należy unikać domieszek z połączeń wapienia, a w miejsce niego używać niektórych łupków glinowych, bazaltu, kwarcu i t. p., nawet mączki ceglanej. Stosunek mieszaniny przyjmuje się około 40% gudronu trinidad na 60% mineralnych domieszek. Ostrożność radzi w każdym razie wypróbować materiał przed użyciem. Sposób na to prosty: rozdrobnioną próbkę wrzuca się do próbki i nalewa skoncentrowanym kwasem siarkowym, solnym lub azotowym, a w innej próbce ługiem sodowym, po kilku dniach bada się rezultat działania tych chemikalijskich. Lekkie, żółtawe zabarwienie cieczy, powstałe z rozpuszczenia żelaza, nie wchodzi w rachubę i jeżeli ponadto żadnych innych zmian mineralnych nie okazuje, wówczas nadaje się on do użycia wszędzie tam, gdzie oddziaływać mogą kwasowe względnie alkaliczne połączenia, np. w halach akumulatorów, laboratorjach i t. p.

Szczególnie odpornym okazał się asfalt włoski z *San Valentino*, ma on także tę zaletę, że nie poddaje się łatwo działaniu gorąca i mogą po nim spływać ciecze o temperaturze 50—60°, przyczem wcale nie mięknie.

Asfalt walcowany.

Jest to sposób pośredni między ubijanym a lanym, powstał w Ameryce, obfitującej w asfalt, ale nie mającej skał asfaltowych, potrzebnych do sporządzania pyłu asfaltowego, sprowadzenie go z Europy podrożałoby ogromnie konstrukcję.

Używa się więc asfaltu (trinidad) z dodatkiem piasku lub mielonego wapienia, mieszaninę tę nazwano „*cementem asfaltowym*“. Do mieszaniny dodaje się jeszcze sztru. Mineralne domieszki dobrane są w różnej wielkości, tak aby uniknąć większych szczelin w masie. Bitum jest tu lepiszczem, spajającym poszczególne ziarna. Ilość bitumu waha się od 8 $\frac{1}{2}$ —11 $\frac{1}{2}$ %, wyklucza się od użycia asfaltu sztuczne.

Wykonuje się nawierzchnię albo podobnie jak makadam, albo z grubszej masy daje się podkład, a z cementu asfaltowego górną warstwę, albo, jako nawierzchnię asfaltową, na betonowym podkładzie.

Przed zmieszaniem ogrzewa się mineralne domieszki do 120°, zaś bitum do 180°, zmieszanie następuje w mieszarkach i powinno być bardzo dokładne. Warstwę usypuje się jeszcze gorącą, skompromowanie jej następuje pod naciskiem wałków.

Mur, beton i zaprawa asfaltowa.

Z asfaltu wykonywać można mury i betony, które w wielu wypadkach znajdują zastosowanie. Mury wykonuje się w formach z desek, od wewnątrz heblowanych i powleczonych szlamem glinianym, lub mlekiem wapiennym, aby asfalt do nich nie lgnął. W formę wlewa się na 5—6 cm wysoko asfaltu, roztopionego do temperatury 180—200°, w masę tę wkłada się warstwę podgrzanego kamienia, nalewa się następnie znowu asfalt, na to wkłada się dalszą partję kamienia i to, o ile możliwości, w wiązaniu, i tak postępuje się dalej, aż do ukończenia muru.

Oczywiście, że wszelkiego rodzaju ankry, śruby i t. p. przedmioty powinny być odrazu w mur włożone, bo wykucie dziur potem jest utrudnione, a ich dodatkowe zalewanie ma tę ujemną stronę, że asfalt późniejszy nie zwiąże się z poprzednim.

W wypadkach, w których chodzi o uzyskanie bardzo odpornego asfaltu lanego, dodaje się do mastyksu wyjątkowo znacznej ilości żwiru i piasku i tworzy t. zw. „beton asfaltowy”. Szczególnie nadaje się on do miejsc, w których potrzeba posadzki trwałej, izolującej dobrze przestrzeń od wilgoci gruntowej i tłumiącej głoś, a więc w halach maszyn, kotłów parowych i t. p.; nadto beton asfaltowy ma nad cementowym tę wyższość, że szybko tężeje i jest elastyczny. W budowlach portowych okazał się odporniejszym na wpływ wody morskiej od cementu.

Jednym ze znanych stosunków mieszanki jest następujący:

- 40 cz. obj. żwiru tłuczonego,
- 30 „ „ „ rzeczno, wielkości gołębiego jaja,
- 10 „ ostrego piasku,
- 12 „ mastyksu,
- 8 „ sztucznego gudronu.

W swoim czasie cieszył się wzięciem t. zw. „lawabeton”, którego analiza wykazywała:

siarki	33·53%
teru	8·21%
żuźla żelaznego	57·83%
wody	0·43%

Beton ten odznaczać się ma wyjątkową twardością.

Użycie asfaltu wewnątrz budynku.

Wewnątrz budynku nie zawsze można dać w spódzie płytę betonową, a jeżeli posadzka przychodzi na sklepienia, na których jest usypany żwir albo piasek, to bezpośrednio

wykonanie na nim asfaltu nie jest korzystne, gdyż piasek lub żwir osiadzie zczasem w różnych punktach sklepienia rozmaicie, wskutek czego posadzka może się sfałdować.

Daje się więc pod posadzkę inny pokład twardy i trwały; najczęściej jest nim drewniana podłoga t. zw. ślepa, przybita do rygli, ułożonych w nasypce sklepienia. Na podłogę używa się desek 3—4 cm grubości, spojonych szczelnie z sobą. Dla uniezależnienia asfaltu od ruchów drewnianej podłogi, nasypuje się na nią równą warstwę piasku blisko na 3 cm grubości, a dopiero na nim sporządza się posadzkę asfaltową.

Na starych podłogach można bez ich zrywania wykonać posadzkę w ten sam sposób.

W mieszkaniach, mających podłogi drewniane jakiegokolwiek rodzaju, a więc: zwykle, deszczułkowe (klepkowe), parkietowe i t. p., znajduje się w podsypce pod podłogą bardzo wiele zarasków rozmaitego rodzaju, nadto drzewo z podspodu butwieje, słowem wytwarzają się warunki, sprzyjające rozwojowi grzyba, lub będące powodem zaraskliwych chorób. Bakterje dostają się tam przez nieszczelne spojenia desek z wodą, zaciekającą przez nie z okazji mycia podłogi, albo też z innymi płynami, oprócz tego chorobotwórcze bakterje wnieść można na obuwiu z kurzem, względnie błotem, lub wręcz wlatują one do ubikacji z pyłem ulicznym. Radykalnym środkiem przeciw nim jest wykonanie podłogi w sposób szczelny, wykluczający powstawanie komunikacji między nasypem, znajdującym się pod podłogą — a ubikacją. Uzyskuje się to przez ułożenie podłogi na pokładzie z asfaltu, będącego specjalną kombinacją przeważnie asfaltu sztucznego z innymi materiałami. Asfalt naturalny okazał małą przyczepność do drzewa, a więc nie zapobiegałby powstawaniu szpar.

Użyta masa nie powinna ulegać działaniu takich temperatur, które w danych ubikacjach wchodzi pod uwagę. Posadzkę układa się na asfalcie jeszcze gorącym, robotę

prowadzi się partjami od środka ku ścianom, asfalt rozpościera się albo wprost na nasypie, który odpowiednio wyrównuje się i ubija — jest to tańsze, ale z wyłuszczonej wyżej powodów mniej właściwe — albo też na cienkiej warstwie betonowej. Tak wykonane posadzki, obok swych zalet w dziedzinie higieny, odznaczają się wielką trwałością, natomiast robi im się zarzut, że chodzenie po nich jest uciążliwsze, aniżeli po zwykłych, mniej się bowiem pod ciężarem chodzącego poddają.

Zwierzę domowe wymaga dla swego rozwoju powietrza i czystości, zatruta wyciekami atmosfera stajni, podłoga wiecznie wilgotna i przegniła, zapełniona bakcyllami różnego rodzaju, są podłożem, na którym rozwijają się swobodnie zarazy bydłace. Pierwszą rzeczą, na którą przy budowie stajni należy zwrócić uwagę, to podłoga. Zbudowana być ona powinna z materiału nieprzepuszczającego wilgoci i nienasiąkającego nią, przytem zmywanie i zmiatanie powinno być łatwe, zatem pożąda się podłogi, o ile możności bez spójń (szczelin), w których gromadzić się może zawsze jeszcze dość zarazków.

Asfalt lany nadaje się do *podłóg stajennych* znacznie lepiej od innych materiałów. Dr. Zink, profesor H. Nussbaum i inni przypisują mu wiele zalet, przedewszystkiem higienicznych, jak łatwe utrzymanie czystości, przez co usuwa się wszelkie rozkładające się związki w sposób szybki i pewny, nieprzepuszczalność, pewną elastyczność i wyższą od innych ciepłotę, zachowaną dzięki złemu przewodzeniu ciepła. Stajen, wyłożonych asfaltem, nie trzyma się robactwo, ani też myszy lub szczury. Nie jest rzeczą pewną, czy te ostatnie nie znoszą zapachu asfaltu, czy też skutek nagryzania go lepią sobie zęby, dość, że od takich stajen trzymają się zdala. Asfalt musi być tak dobrany, aby go uderzenia kopyt nie niszczyły. Jako najodpowiedniejszą mieszanię przyjmuje się:

20 cz. cięż. mastyksu asfaltowego,
30 " " piasku kwarcowego o wielkości orzecha laskowego,
1¹/₂—2 " " teru górskiego, który można ewentualnie zastąpić terem gazowym.

Pokład daje się z betonu na 12—15 cm grubego, o mieszaninie 1:3:4 do 1:4:6, płyta asfaltowa ma 2—2¹/₂ cm grubości, można ją także ułożyć na starej podłodze. Powierzchnia takiej posadzki nie może być gładką, bo byłaby śliską, robi się więc na niej deseń w sposób opisany poprzednio.

Do *chlewów świńskich* asfalt się nie nadaje, gdyż uryna świń go rozpuszcza.

Natomiast nadaje się on do podłóg i ścian w *miejscach ustępowych*, gdyż tu nie jest wrażliwy na działanie moczu.

W *rzeźniach* używa się również podłóg asfaltowych; daje się im tam grubość 2—2¹/₂ cm, rozścielając je na pokładzie betonowym lub ceglany. Takie podłogi powinny mieć odpowiednio dobrane nachylenia, aby je można łatwo i dokładnie spłókiwać i aby nieczystości same szybko spływały. — *Tłuszcze* na asfalt nie działają, z biegiem lat wsiąkają tylko nieco w taką posadzkę, czego zresztą nie da się uniknąć i przy innych materiałach, można więc także używać podłóg asfaltowych w magazynach tłuszczów, kości i t. p.

Kwas mleczny rozkłada cement użyty do posadzki betonowej, z większą korzyścią używa się więc do tego celu w *mleczarniach* — asfaltu.

Podłogi na *terasach, platformach* i t. p. wykonuje się w ten sposób, że na wyrównanym należycie pokładzie, wykonanym jednym z opisanych sposobów, daje się posadzkę asfaltową, przyczem na 1 m² tejże używa się około 100 kg asfaltu i 50 kg piasku.

Nachylenie posadzki wynosi 1:50. Jeżeli terasa jest nienakryta i wystawiona na działanie słońca, to posypuje

się niestężala jeszcze posadzkę piaskiem albo pyłem porcelanowym, który wciiera się w powierzchnię i w ten sposób zapobiega się rozmiękaniu asfaltu od gorąca.

Place tenisowe wykonuje się, dając najpierw pokład z ubijanego kamienia, na nim płytę betonową z chudej mieszaniny o grubości 5 cm, a na to wierzch asfaltowy o grubości 2 cm.

Klepiska do młócenia zboża, wykonane z asfaltu, bardzo dobrze się wprowadziły w użycie i nad innymi górują tem, że są zupełnie poziome i równe, względnie elastyczne, nie przepuszczają wilgoci, dają się utrzymać bardzo czysto. Płytę asfaltową wykonuje się tu o grubości 2—3 cm, na pokładzie betonowym albo ceglany.

W *piwnicach browarowych*, szczególnie zaś w tych, które służą do przetrzymywania małych beczulek z piwem, posadzka asfaltowa dała znakomite rezultaty. Grubość jej wynosić powinna 4 cm, a sporządza się ją na betonie o grubości 15 cm. Gładka i jednolita powierzchnia, jaką tworzy asfalt, pozwala manipulować beczkami bez szkody dla posadzki, która dzięki swej elastyczności i jednolitości nie pęka tak, jak inne. Z braku spójności nie gromadzą się w nich resztki, wytwarzające w następstwie bakterje i zaduch, szkodzący dobroci piwa.

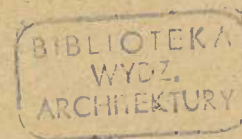
Naprawa bruku asfaltowego.

Bruk asfaltowy naprawia się zawsze w ten sposób, że zniszczone miejsca zupełnie się wrywa, nigdy zaś nie należy na popsutą część wprost nalewać lub ubijać asfaltu. Taka naprawka byłaby całkiem chybioną, gdyż warstwa górna nie zwiąże się z dolną. Krawędzie wyrwanej części bruku wyrównuje się ostrem narzędziem, otwór wypełnia gorącym pyłem i silnie ubija. Taką łatę na bruku wznosi się zawsze ponad stary asfalt, w miarę ujeżdżenia dochodzi ona do właściwego poziomu. Naprawy powinno się wykonywać tylko przy pogodzie.

Zasady te obowiązują zarówno przy naprawie asfaltu ubijanego, jak i lanego.

W Ameryce, przy naprawach bruku z asfaltu lanego, wchodzi w użycie aparat, złożony z małego rezerwuaru, wypełnionego naftą, do którego pompką włącza się powietrze. Pod jego ciśnieniem wypływa ropa węzłem około 2 m długim, zakończonym palnikiem o małym płomieniu; płomieniem tym, mającym bardzo wysoką temperaturę, zagrzewa się miejsce, wymagające naprawy, asfalt w tem miejscu w krótkim czasie rozmięka tak, że po dodaniu świeżej ilości asfaltu, potrzebnego do naprawy, obydwie partje łączą się w jednolitą całość. Dla osłonięcia miejsca naprawy przed wiatrem, przechodniami i t. d. robi się nad niem namiot, budkę lub t. p.

Płyty asfaltowe najłatwiej naprawia się w ten sposób, że popsutą się wybiera, a nową wkłada. Jeżeli to z pewnych względów nie jest wskazane, to odnośną część się wycina, wkłada nową, przyczem w spójnienie nabija się gorącego mastyksu, zmieszanego z piaskiem. Brzegi starej płyty podgrzewa się, aby świeży asfalt, którym wypełnia się spójnienia, związał się silnie z płytami.



2357

WYDAWNICTWA KSIĘGA
LUDWIKA FISZERA W
 WARSZAWA — E. WENDE I S^{KA}

BIBLIOTEKA TECHNICZNO-NAUKOWA dla wszystkich:

- Tomik I. Torpedy, torpedowce i łodzie podwodne.
 „ II. O wyrobie piwa.
 „ III. Garbarstwo. Wydanie drugie.
 „ IV. Farbiarstwo (Barwienie włókien, tkanin i ubrań).
 „ V. Wyrób mydła. Wydanie drugie.
 „ VI.
 „ VII. Gorzelnictwo. Wydanie drugie.
 „ VIII. Sucha destylacja drzewa.
 „ IX. Tytoń, jego uprawa i wyrób. Wydanie drugie.
 „ X. Wyrób atramentów. Opracował B. Guthke.
 „ XI. Wyrób pokostów malarskich i drukarskich.
 „ XII. Materiały opałowe i wyrób brykietów.
 „ XIII. Wyrób smarów (w druku).
 „ XIV. Zastosowanie techniczne twarogu mlecznego (sernika).
 „ XV. Podręcznik elektrotechniczny. Oprac. Br. Gustawicz.
 „ XVI. Papa (dachowa, izolacyjna, cement drzewny).
 „ XVII. Cementy, fabrykacja i ich użycie.
 „ XVIII. Asfalt naturalny w budownictwie.

Gustawicz i Wyrobek. Księga wynalazków, przygód i podróży.

Koninck, Prof. Dr. L. L. Ćwiczenia chemiczne jakościowe i ilościowe. (Podręcznik dla studentów i uczniów szkół technicznych i realnych).

M. Dominikiewicz. Chemja przetworów przemysłu włókiennego.

BIBLIOTEKAZKA RZEMIEŚLNICZA:

- Tomik I. Gustawicz i Wyrobek. Wiadomości o metalach (Metalowiec).
 „ II. Gustawicz Wł. Ślusarz.
 „ III. Sroczyński Mieczysław. Murarz.
 „ IV. Gustawicz i Sroczyński. Cieśla.
 „ V. „ „ Malarz (Pokostnik-Lakiernik).
 „ VI. Sroczyński Mieczysław. Piekarz
 „ VII. „ „ Szklarz
 „ VIII. B. Guthke. Cholewkarstwo i szewctwo.
 „ IX. Gustawicz i Wyrobek. Fryzjer.