

# W KWESTYI ZASTOSOWANIA ASFALTU DO POKRYCIA SKLEPIEŃ I BUDOWY MAGAZYNÓW ZBOŻOWYCH ORAZ O NIEPRZENIKLIWOŚCI ASFALTU.

Tyle pożyteczne pokrywanie asfaltem sklepień wystawionych na silniejsze działanie wilgoci, jak w mostach, wiaduktach, kazamatach, magazynach prochowych, i innych tym podobnych budowlach, zaczęło i u nas wchodzić w zastosowanie. W roku zeszłym pokryto asfaltem sklepienia na Zjeździe, prowadzącym do stałego mostu żelaznego pod Warszawą, obecnie zaś pokrywane są tymże materiałem magazyny prochowe w fortcach warszawskiego okręgu wojennego. Nie ulega wątpliwości, że materiał asfaltowy jest najdzielniejszym i najskuteczniejszym środkiem ochronnym przeciw zawilgoceniu sklepień nakrywanych ziemią, co już i u nas, choć na małą skalę, praktyka stwierdziła. Pułkownik inżynierii francuskiej p. Coignet, w broszurze wydanej w Paryżu w r. 1875 p. t. „*Note sur les chapes de routes en mastic bitumineux de Seyssel à l'épreuve de la bombe, exécutées en 1833 et années suivantes dans la place de Vincennes*“, przytacza fakty czerpane z archiwów inżynierii wojskowej francuskiej, które doniosłość użycia asfaltu do pokrywania sklepień jasno udowadniają. Przedstawia on, że roboty tego rodzaju, wykonane przed 46 laty w Vincennes i na Montmartre, nie tylko nie uległy zniszczeniu, ale nawet nie dostrzeżono w nich żadnej zmiany. Rozbiór chemiczny masy asfaltowej, użytej do pokrycia sklepień, zrobiony był w laboratoriach, paryskiej szkoły Dróg i Mostów i Szkoły Artylerji; po półwieku blisko istnieniu, dopełniony ponownie rozbiór tejże samej masy, nie wykazał żadnej wyraźnej zmiany w składzie chemicznym, co najlepiej stwierdziło możność zastosowania asfaltu do pokrywania sklepień. Autor powyżej wspomnianej broszury ob-

jaśnia, że użyty asfalt pochodził z kopalni Seyssel i czyni nacisk na to, aby tego rodzaju roboty były wykonywane w lecie. w czasie pogodnym, albowiem część robót dokonanych w późnej jesieni, w czasie słotnym, nie dała dobrych rezultatów i musiała uleść przeróbce. Gdy jednakże pułkownik *Coignet* nie podaje żadnych szczegółów odnoszących się do samego wykonywania robót; przeto czujemy się w obowiązku przedstawić niektóre ważniejsze okoliczności czerpane z praktyki na własnym gruncie.

Zanim przystąpiono do pokrycia asfaltem sklepień na Zjeździe prowadzącym do mostu Aleksandrowskiego w Warszawie, robiono próby, w celu zbadania jaka masa asfaltowa okaże się najlepszą. Wyniki prób wykazały, że najlepszą masę otrzymuje się wtedy, gdy asfalt czysty zawierający około 12% bitumu będzie zmieszany z jak najczystszy ziarnistym piaskiem w stosunku 20% do 30% na objętość.

Asfalt używany do tego rodzaju robót powinien pochodzić z Val-de-Travers, Seyssel, lub od włoskiego towarzystwa „Asphaltène”; asfalty zawierające glinę, jak np. asfalt pochodzący z kopalni Limmer, dosyć u nas rozpowszechniony, a tem bardziej choćby jak najmniej sztucznie podrabiany, bezwarunkowo wykluczonym być winien z użycia.

Materyałem odgrywającym najważniejszą rolę w składzie masy asfaltowej jest bitum. Ażeby być pewnym trwałości robót, potrzeba koniecznie, aby takowy był naturalnym, rodzimym, pochodzącym o ile możności z tej samej kopalni, co i sam asfalt, a nadto, wolnym od wszelkich obcych przymieszek; każdy inny bitum, a mianowicie też sztucznie przygotowany, wcześniej lub później musi uleść zniszczeniu. Nie miejsce tu do czysto-naukowego rozbioru tej tak ważnej kwestyi, dotyczącej robót asfaltowych: takowy przedstawimy w oddzielnej rozprawie, wyczerpującej cały przedmiot, a którą to pracę dopełnić jeszcze musimy ścisłymi rozbiorami chemicznymi i praktycznymi doświadczeniami, na co nam potrzeba pewnego czasu; wspomnimy więc tu tylko, że każdy bitum, ogólnie uważając, składa się z dwóch części z asfaltenu i petroleny. Obie te części składowe pod względem chemicznym, są związkiem wodoru z węglem, praktycznie zaś uważając, w każdym bitumie asfaltenu stanowi jego części stałe, a petrolena części lotne to jest oleje. Otóż, w naturze, a raczej w pokładach rudy asfaltowej znajdujący się bitum, zawiera ilości asfaltenu i petroleny tak ustosunkowane, że takowe czynią go miękkim, ciąglym i topliwym, czyli takim, jakim być powinien ze względu na zastosowania do robót asfaltowych. Ale takiego właśnie bitumu w naturze jest bardzo mało. W wielu kopalniach i to mających nawet rozgłos z powodu czystości części składowych asfaltu, stosunek procentowy bitumu w skale asfaltowej do części stałych jest bardzo nieznacznym, jak np. w asfalcie pochodzącym z kopalni Seyssel, który też z tego powodu nie może być używany do robót w stanie naturalnym, jako prasowany. Asfalt z kopalni Limmer

nietylko nie zawiera w sobie potrzebnego procentu bitumu i także nie może być prasowanym, ale oprócz tego jako zanieczyszczony znacznie gliną, jest jeszcze o wiele gorszy od innych asfaltów, nawet w stanie topionym. W obec braku naturalnych bitumów w asfalcie, potrzeba się uciekać do sztucznych, gdyż inaczej nie możnaby go zastosować do robót, albowiem bitum jest materiałem koniecznym do roztopienia rudy asfaltowej.

Korzystając z wielkich pokładów wyschłego asfaltu, znajdującego się na wyspie Śtej Trójcy, a znanego w handlu pod nazwą Trinidadu, obecnie prawie wszystkie kopalnie, a mianowicie: Seyssel i Limmer rozpuszczają swoje rudy w bitumach sztucznie przygotowanych z oczyszczonego Trynidadu, zmieszanego na gorąco z ciężkimi olejami, pochodzącymi z łupków bitumicznych, lub też otrzymywanymi przy powtórnej dystylacji oleju skalnego (petroleum). Przez taką to manipulacją otrzymuje się bitum z suchego asfaltu, rozrzedzonego petroleną, znajdującą się obficie w olejach, do potrzebnej gęstości i on to zastępuje dziś po większej części bitumy naturalne. Takie bitumy sztuczne nazywają się zwykłe gudronami.

Wielki rozgłos jaki pierwiastkowo pozyskały roboty asfaltowe, mianowicie we Francyi, należy właśnie przypisać tej okoliczności, że początkowo używano tylko bitumów naturalnych. Pierwsze chodniki wykonane w Paryżu z materiałów rodzimych, przetrwały blisko lat 30. Masa asfaltowa składała się, z rodzimej skały asfaltowej pochodzącej z kopalni Seyssel i rozpuszczoną była w naturalnym bitumie pochodzącym z miejscowości Bastennes tuż obok kopalni położonej, a mającym też same własności, co i bitum znajdujący się w skale Seysselskiej. Od czasu kiedy bitum w Bastennes wyczerpał się i zastąpiony był z konieczności wyżej wspomnianymi sztucznymi gudronami, trwałość chodników paryskich nie przechodzi lat 6 do 8 <sup>1)</sup>.

Podobnie jak w kopalniach, tak i przy wykonywaniu robót, gdzie asfalt drugi raz musi być przetapianym, zamiast naturalnych bitumów używa się gudronów.

Starannie prowadzone doświadczenia wykazały, że przedwczesne psucie się pokładów asfaltowych, nie pochodzi, ani od ciepła, ani od zimna, ani też od raptownych zmian temperatury, jak to wielu utrzymuje, ale że takowe jest następstwem użycia gudronu czyli oleju sztucznie domieszanego do asfaltu. W naturze, połączenie petroleny z asfalteną odbyło się w skutek wiekowego działania i w ten sposób utworzył się związek chemiczny. Sztucznie dodana do asfaltu petrolena pochodząca z olejów ciężkich nie wchodzi z asfalteną zawartą w Trinidadzie w związek chemiczny,

<sup>1)</sup> Obszerny rozbiór powyższej kwestyi znajdzie czytelnik w rozprawie p. *Hombert'a* Inspektora Generalnego Dróg i Mostów, wydanej w r. 1865 pod tyt. „*Notice sur les Voies empierrées et asphaltées de Paris* str. 48 do 70. (Przyp. Aut.)

lecz wytwarza się w ten sposób mieszanina, w której jeden pierwiastek od drugiego w najdrobniejszych atomach jest oddzielony. Petrolena czyli raczej olej zawarty w gudronie, ulega zniszczeniu pod wpływem dwóch czynników naturalnych, tj. ciepła i wilgoci. Olej, jakkolwiek zwany ciężkim, bezprzestannie ulatnia się przy wyższej temperaturze, a mianowicie też, gdy na pokład asfaltu działa bezpośrednio słońce, — traci więc swoje części lotne. Wilgoć, a mianowicie wszelka woda spływająca po ulicach miast, zawiera zawsze w sobie części alkaliczne. Alkalia te, przenikając pokład asfaltowy i wypełniając pory powstałe w skutek ujścia części lotnych, przez złączenie się z częściami tłustymi tworzą mydła, które w dalszym ciągu natychmiast przy udziale wody rozpuszczają się. Tym sposobem asfalt pozbywa się części tłustych, a pozostała masa sucha, węglowa, pozbawiona łącznika, podlega przedwczesnemu starciu i rozsypuje się. Do tego działania pomaga niemało glina, jeżeli znajduje się w asfalcie i dla tego też uważana jest za część składową bardzo szkodliwą.

Rozważając powyższy nasz pogląd, oparty na długim doświadczeniu, łatwo każdy sobie objaśni przyczynę przedwczesnego psucia się u nas pokładów asfaltowych, które dotąd wykonywane były z asfaltu pochodzącego z Limmer, zawierającego w sobie glinę i przetapianego przy użyciu gudronów. Czy to latem, czy zimą, w czasie pogodnym, psucie się pokładów asfaltowych jest mało znaczne, ale w czasie wilgotnym, a mianowicie na wiosnę, uszkodzenia te stają się najwidoczniejszymi i są zawsze największymi.

Rozpisał się obszerniej, w powyższym przedmowie. raz dla tego, iż uważaliśmy, że psucie się pokładów asfaltowych rozmaicie a najczęściej fałszywie jest tłómaczonem, a dalej, że przy ważniejszych robotach jak np. przy asfaltowaniu sklepień, pewność pochodzenia bitumów jest kwestyą najważniejszą, a to tem więcej, że doraźne rozróżnienie prawdziwych bitumów od sztucznych, jeżeli te ostatnie są odpowiednio przygotowane, przedstawia pewne trudności, nawet dla specjalisty, mającego pewne doświadczenie w tym względzie, nie mówiąc już o osobach nie mających praktyki w tym kierunku. O używaniu sztucznych asfaltów i mowy być nie powinno. Przytoczymy tu jako fakt, że przed trzema laty pokrytą była część sklepień w fortyfikacjach miasta Krakowa asfaltem: materiał jaki zastosowano, nie był badany ze względu na jego pochodzenie, użyto więc asfaltu sztucznego, w następstwie czego, obecnie po upływie tak krótkiego czasu, dawny asfalt usi być zdjętym i zastąpionym nowym pokładem asfaltowym, albowiem poprzedni na całej powierzchni zaczął przepuszczać wodę. Jakkolwiek pewność co do dobroci materiałów jest jednym z najważniejszych warunków pomyślnych rezultatów, to niemniej jednakże i od dobrego wykonania robót zależy także ich trwałość, z tego więc względu powinniśmy pokrótce jak je wykonywać należy, aby były bez zarzutu.

\*

\*

\*

Przetapianie masy asfaltowej na miejscu robót odbywa się zwykłym sposobem, opisanym w dziełach traktujących o asfaltach. Przy użyciu masy asfaltowej do pokrywania sklepień baczycę tylko wypada:

1) ażeby piasek był jak najczystszy, to jest pozbawiony nawet śladu gliny, i ażeby takowy nie był dodawany w większej ilości jak 20% do 30% na objętość masy, —

2) ażeby masa w czasie roboty zawierała zawsze około 12% bitumu, a mianowicie nie mniej jak 10% i nie więcej jak 15%, —

3) ażeby masa dopiero wtedy była użytą do roboty, gdy zostanie zupełnie dogotowaną lecz nie przepaloną. Masa asfaltowa jest wtedy dogotowana, gdy wydziela z siebie małe białe dymki, (robotnicy mówią, że wtedy „zaczyna palić fajkę“), gdy do zanurzonego w nią pręcika nie przylega, gdy kropla wody puszczona na jej powierzchnię rozpryskuje się mocno sycząc, —

4) ażeby w czasie wybierania masy z kotła nie był do niej dodawany bitum. Jeżeli masa stanie się zbyt suchą, w takim razie należy ją przetopić z dodanym bitumem w następnym naboju kotła.

Pokład asfaltowy daje się zwykle na osnowie z cegieł wyrównanych zaprawą cementową. Ażeby nie niszczyć spójności zaprawy, należy dać pierwszą warstwę asfaltu o ile możności jak najcieńszą, albowiem takowa prędko stygnąc nie zniszczy cementu; druga warstwa może być grubsza. Przy pokładzie asfaltowym mającym 1 cal grubości starać się potrzeba, ażeby pierwsza warstwa była od  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{2}$  cala grubą.

Nakładanie masy asfaltowej dwiema warstwami jest koniecznem. Doświadczenie poucza, że przy nakładaniu warstwy jednocalowej grubości, tak długo utrzymuje się wysoka ciepłota, że pewna część zaprawy i to nawet mocno już stwardniałej, zamienia się w proszek. Za wykonaniem pokładu asfaltowego w dwóch warstwach przemawia i ta okoliczność, iż każda zaprawa cementowa służąca do wyrównania powierzchni muru, choćby takowa była cienko daną i dawno położoną, zawsze zawiera w sobie niejaką wilgoć. Warstwa gorącej masy asfaltowej nałożonej bezpośrednio na zaprawę cementową, wywołuje raptowne parowanie wody, w następstwie którego wytwarzają się w pokładzie asfaltowym pory ułatwiające przesiąkanie wilgoci. Jeżeli zaś pokład asfaltowy wykonywa się w dwóch warstwach, wtedy druga warstwa nakładana rozmiękcza pierwszą, przez prasowanie zaś tworzy się z nią jednolita całość usuwając jednocześnie pory. Nakoniec, ponieważ nigdy prawie nie można pokryć od jednego razu całej powierzchni, muszą więc być spojenia. Wykonanie dobrych spojeń zależy od sumienności i pilności robotnika. Dla dozoruującego, niemożliwem jest dostrzedz na razie i ocenić, czy spojenie zostało uskutecznione dokładnie; jeżeli więc wykonywa się pokład w dwóch warstwach, w takim razie niezupełnie dokładne spojenia w pierw-

szej warstwie, przy nakładaniu i prasowaniu drugiej, zostaną uszczelnione. Samo się przez się rozumie, że spojenia w jednej warstwie nie powinny trafiać na spojenia drugiej warstwy, ale o ile możności, górna warstwa powinna mieć spojenia w środku spojeń warstwy dolnej.

Przy naprawie Zjazdu, prowadzącego do mostu Aleksandrowskiego w Warszawie, pokrywano półkoliste sklepienia asfaltem. Górna część sklepienia zawarta pomiędzy punktami załamania, pokrywała się łatwo, natomiast poczynając od punktów załamania aż do pach sklepienia, czyli na  $\frac{1}{4}$  dolnej części sklepienia z każdej strony, robota była bardzo mozolna z powodu trudności w utrzymaniu spójności asfaltu, który w stanie gorącym, na ścianie prawie pionowej, utrzymać było bardzo trudno i ściekający podtrzymać należało. Zalewanie asfaltu za krążyny okazało się pod każdym względem niepraktycznem.

Sklepienia mające być zabezpieczane przez pokrycie pokładem asfaltu, należy koniecznie dachować. Dachowanie przyczynia się do równowagi sklepienia przez wypełnianie pach, nie pociąga zaś za sobą znacznych kosztów, zważając na oszczędność, jaką się zyskuje przez zmniejszenie objętości nasypu i samej powierzchni robót asfaltowych. We wszystkich sklepieniach fortecznych, przyjęto jako zasadę dachowanie sklepień. Nie ulega wątpliwości, że przez to robota asfaltowa wyda jak najlepsze rezultaty.

Pisząc o robotach asfaltowych, nie możemy pominąć zastosowania asfaltu przy budowie zbożowych magazynów. Wiadomo, że na Wschodzie, asfalt miał bardzo obszerne zastosowanie w odległej starożytności; między innemi, budowano podziemne spichrze murowane, których ściany były wykładane i szczelnie zalewane masą asfaltową <sup>1)</sup>, a zboże wydobywane z takich spichrzów po upływie wielu lat, nie okazywało najmniejszych śladów zepsucia. W czasie podróży odbytej po Wschodzie w r. 1836 przez p. *de Laurent*, znaleziono tego rodzaju spichrz zawierający pszenicę, a ziarno z niego wydobyte i posiane, powschodziło wybornie. Podobne fakta nasunęły myśl urządzenia tego rodzaju spichrzów i u nas — i właśnie sposobem próby budowane są obecnie dwa takie spichrze w twierdzy Brześciu, każdy przeznaczony na 1300 czterdzięci zboża. Spichrze te mają kształt walca o średnicy wynoszącej 28 stóp ang. w świetle, zamkniętego w obu końcach sklepieniem. W ścianach pionowych, w wierzchołnej przykrywie i w dnie walca, wykonano dwie warstwy izolacyjne asfaltowe jednocalowej grubości, umieszczając takowe w odstępach 12<sup>o</sup>-calowych. Spichrze egipskie po otworzeniu ich, były zapewne na raz całkowicie wypróżniane, magazyny zaś o których mówimy, mają być w miarę potrzeby wypróżniane częściowo. Ponieważ przy częściowem wyjmowaniu zboża, dostawałoby się do wnętrza cylindrów powietrze,

<sup>1)</sup> Opis budowy tych spichrzów zamieściliśmy w dziele p. t. „*Asfalt i Bitumy*“ wydanem w Warszawie w r. 1874 str. 144 i następne: (Przyp. Aut.)



które mogłoby spowodować psucie się pozostałego ziarna, przeto urządzono w górnem sklepieniu walca otwór, do którego można dopasować pompę, wyciągającą powietrze i robiącą w nim możliwą próżnię. Dla wydobywania z walca potrzebnej ilości zboża, wykonano w bocznej ścianie takowego równo ze dnem hermetycznie zamykający się otwór. Przy powyższym systemie należało się jeszcze zabezpieczyć od dostępu powietrza zewnętrznego za pośrednictwem samych ścian walca. Zarządzone doświadczenia wykazały, że zaprawa cementowa nawet przy kilkocalowej grubości powietrze przepuszcza, że o nieprzepuszczalności cegły — choćby najlepszej — mowy być nie może, że piaskowiec przepuszcza łatwo nie tylko powietrze ale nawet i wodę, że natomiast warstwa asfaltu na pół cala gruba, powietrza w zupełności nie przepuszcza. Gdy rurka szklanna zalana w jednym końcu półcalową warstewką asfaltu, przy wyciąganiu z niej powietrza łamała się, wtedy także sama rurka zamknięta zaprawą cementową kilkocalowej grubości, znosiła pompowanie bez żadnych następstw, widocznem więc jest, iż przepuszczała powietrze. Doświadczenie powyższe stwierdza dostatecznie, że asfalt nie tylko wody, ale nawet i powietrza nie przepuszcza.

Jeżeli sam pomysł urządzenia opisanego powyżej magazynu jest dobrym, o czem zresztą nie możemy przesądzać, to niezawodnie i w tem zastosowaniu asfalt odda niemałe usługi i nie będzie mógł być zastąpiony żadnym innym, mogącym z nim spółzawodniczyć materiałem <sup>1)</sup>.

\* \* \*

W ciągu praktyki naszej przy robotach asfaltowych mieliśmy sposobność spotkać się z pewną właściwością asfaltu w swoim rodzaju osobliwą, o której poniżej podajemy wiadomość.

W 1878 r. zbudowano w Brześciu Litewskim, pomiędzy dworcami Warszawsko-Terespolskim i Brzesko-Kijowskim, wielkie magazyny dla Intendentury Wojskowej. Na znacznej przestrzeni jaką takowe pokrywają, wypadło w celu uregulowania poziomu gruntu, robić w jednych miejscach nasypy a w drugich zbiórki. Wszystkie podłogi wyłożono asfaltem. Pokład asfaltowy  $\frac{3}{4}$  cala gruby, wykonano na fundamencie przygotowanym z cegły palonej układanej na sztorc, na podsypce piaskowej, bez zalewania jakąkolwiek zaprawą. Z wiosną bieżącego roku objawiła się roślinność na niektórych przestrzeniach pokładu asfaltowego. Przypuszczano pierwotnie, że w piasku użytym do zacierania (rajbowania) masy asfaltowej, znajdowały się nasiona i że z takowych wyrosły rośliny. Rozpatrzywszy rzecz bliżej, znaleziono, że łodyżki roślinek

<sup>1)</sup> O otrzymanych rezultatach nie omieszkamy zdać sprawy we właściwym czasie w łamach „Przeglądu“.

przechodzą przez pokład asfaltu. Okoliczność ta naprowadziła na domysł, że pokład asfaltowy musiał popekać i że przez tak utworzone szpary, wydostały się na zewnątrz rośliny. Powyższe domniemanie nie odpowiadało jednakże rzeczywistości, jak to stwierdziło późniejsze gruntowne badanie. W następstwie takowego przekonano się, że w tych miejscach, gdzie podłoga znajdowała się na nasypach wykonanych z lekkiej ziemi, nigdzie nie było śladu roślin, tam zaś gdzie dokonana była zbiórka, w mocnym gliniastym gruncie, wyrastały pędy z pozostałych przyciętych korzeni, które przeciskając się przez szpary pozostawiane pomiędzy ceglami pod pokład asfaltowy, takowy najprzód podnosiły, dostawały się następnie w niedostrzeżone nawet przez szkło powiększające pory, i przez nie wydobywały się na wierzch pokładu. W miarę wzrostu roślin, pokład asfaltowy opadał, a wyrobione w nim otwory dochodziły swą wielkością grubości gęsiego pióra. Należy nam tu zauważyć, że wbijane na tychże samych przestrzeniach pokładu asfaltowego grube gwoździe, gięły się i takowego przebić nie były w stanie.

Dla uniknięcia w przyszłości owego przerastania pokładu asfaltowego, musiano kilkadziesiąt tysięcy stóp kwadr. powierzchni takowego zdjąć, cegły zamiast na kant, ułożyć w dwóch warstwach na płask, zalewając je zaprawą cementową i na tak przygotowanym fundamencie wykonać na nowo pokład z asfaltu.

Grunt na którym powyżej opisany fakt miał miejsce należał do wilgotnych, sapowatych, mocno gliniastych, roślina zaś, która poprzebijała pokład asfaltowy była chwoszczka czyli skrzyp, według *Kluka* „Koński ogon, Strzępka“ *equisetum arvense*, lubo w niektórych punktach, lecz wyjątkowo tylko, znajdowano i dziki powój (*convolvulus sepium*) według *Kluka* „Wilec powój.“

Wspomniemy tu jeszcze, że Starszy Inżynier miasta Warszawy Grotowski zapewniał nas, iż w roku zeszłym znalazł w pewnym miejscu na Pradze wzgórek na pokładzie asfaltowym: po podniesieniu asfaltu okazało się, iż takowy wyrobiony był przez gniazdo pieczarek, które usadowiły się pod pokładem. Powyższy fakt był następnie jeszcze kilkakrotnie zauważonym.

*J. Sporny, Inżynier.*