

# Primjena naftnog mulja kod izgradnje nosivog i površinskog sloja ceste

T.N. Bokovikova, D.R. Shperber, E.R. Shperber

STRUČNI ČLANAK

**Provedena je studija o svojstvima naftnoga mulja u izgradnji nosivog sloja za ceste. Određena je ovisnost kvalitete nosivog sloja iz sastava naftnoga mulja. Na osnovu ovih rezultata sagrađeno je 12 km ceste u Mogilevu, Republika Adigeja.**

*Cljučne riječi:* naftni mulj, nosivi sloj, mehanički aditivi, svojstva upijanja vode

## Uvod

Obzirom na razinu negativnih učinaka na okoliš, naftna industrija zauzima jedno od vodećih pozicija u granama nacionalne ekonomije. Stručna istraživanja pokazuju da je gubitak nafte, koja odlazi u otpad, iznosi približno 3% godišnje proizvodnje. Uz godišnju proizvodnju od 491,4 milijuna tona u Rusiji, količina godišnje stvorenog otpada može doseći 15 milijuna tona. Nebitno je da su postojeće metode iskorištavanja naftnoga otpada ili preskupe ili u pravilu povlače nepovratne gubitke dragocjenog materijala ugljikovodika. Korištenje naftnoga mulja kao sekundarne sirovine jedna je od najučinkovitijih metoda njihovog iskorištavanja

Industrije vađenja i rafiniranja nafte igraju ogromnu ulogu u gospodarstvu Rusije. Nažalost, proces vađenja i rafiniranja nafte sa sobom povlači ispuštanje ugljikovodika koje je štetno za okoliš.

Važnost ovog problema je određena ne samo značajnom količinom, nego isto tako i negativnim učinkom koji naftni mulj ima na gotovo svaku komponentu okoliša. Rezultat tog učinka su značajne promjene prirodnog stanja geo-ekološkoga kompleksa, kao i pad prirodnog imuniteta podzemnih voda, aktivacije geo-kemijskih i geo-mehaničkih procesa, promjene u prirodnoj mikrobiocenozi. Stihijski rast godišnje akumuliranog naftnoga otpada i izostanak potrebnoga obima njihove iskoristivosti i prerade dovodi do smanjivanja resursa tla u dužem periodu.<sup>1</sup>

## Rezultati i diskusija

Naftni mulj je jedan od najprisutnijih izvora zagađenja okoliša. Sve postojeće tehnologije prerade naftnog mulja mogu se podijeliti u slijedeće grupe: toplinske, kemijske, fizičke, fizikalno-kemijske, i biološke.<sup>4</sup> Izbor ove ili neke druge metode prerade naftnoga mulja najviše ovisi o količini naftnih produkata u naftnom mulju, za svaki određeni slučaj kod izbora metode pročišćavanja naftnog mulja, svako bi postrojenje trebalo razraditi različiti pristup, uzimajući u obzir ekološke i ekonomske normative. Valja podsjetiti da su trenutačne metode iskorištavanja naftnog otpada popraćene nepovratnim gubitkom dragocjenog materijala ugljikovodika. U isto vrijeme, naftni otpad pripada sekundarnim resursima materijala te se, sudeći prema njihovom kemijskome

sastavu i korisnim svojstvima, može iskoristiti u nacionalnom gospodarstvu umjesto primarne sirovine.

Izgradnja ceste jedno je od najvećih područja korištenja naftnoga mulja. Poznato je da se naftni mulj može koristiti za impregnaciju stijenskih minerala i obradu površine kako bi se postigla stabilnost i otpornost asfaltnoga betona na vlagu.<sup>1</sup>

Sudeći prema trenutačnim istraživanjima moguće je sugerirati novu metodu gradnje nosećeg sloja klase 3-5, u kojima je naftni mulj glavna komponenta.<sup>6</sup>

Korišten je naftni mulj sljedećeg sastava:

Naftni produkti	10 - 70 mas. %
Voda	10 - 85 mas. %
Mehaničke nečistoće	1 - 50 mas. %
Gustoća	860 - 970 kg/m <sup>3</sup>

Katrani (gume), pirobitumeni, aromati i teški parafinski ugljikovodici, sudjeluju u oksidaciji naftnoga mulja i skrućuju se pri kontaktu sa zrakom, što stvara kvalitetan vodootporan sloj i stabilnu vezu između čestica anorganskoga materijala.

Izgradnja cestovne površine uključuje pripremu nosivog sloja putem postavljanja vodonepropusnoga sloja na podlogu, za što se koristi naftni mulj, njegova konsolidacija, polaganje anorganskoga materijala (drobljeni kamen, agregat ili njihova smjesa), postavljanje drugoga sloja naftnoga mulja, njegova ponovna konsolidacija i dozrijevanje ovisno o temperaturi okoliša. Vrijeme konsolidacije određuje se formulom:

$$t = 180 - 4.1T \quad (1)$$

gdje je  $T$  temperatura okoliša, °C.

Za ispitivanje svojstva uzorci su testirani na čvrstoću i upijanje vode.

Nosivi sloj priređen je na slijedeći način: na sekciji podloge duljine 500 m i širine 7 m, korišteno je 7 175 m<sup>3</sup> naftnog mulja, koji sadrži 50 mas.% naftnih proizvoda, a nakon toga se podloga konsolidirana korištenjem valjka. Nakon toga se na nju polaže tehnički kamen, koji se sastoji od mješavine dimenzije 40 - 70 mm (60%) i 20 - 40 mm (40%), kao sloj drobljenca obavijenog bitumenskim vezivom s debljinom sloja od 16 - 18 cm.

Tablica 1. Rezultati ispitivanja uzoraka nosivog sloja

Primjer	Kol. naftnog mulja, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		Kol. naftnog produkta u naftnom mulju mas. %	Vrijeme učvršćivanja nosivog sloja u satima	Optimalna tlačna čvrstoća uzorka, MPa	Upijanje vode tijekom 24 sata po težini, %	Temperatura okoliša, °C
	Na podlozi	Na agregatu					
1	0,5	0,8	50	77,5	8,5	0,06	25
2	0,3	1,1	50	57,0	8,2	0,06	30
3	0,7	0,5	50	221,0	8,3	0,06	10
4	0,5	0,8	20	77,5	8,1	0,06	25
5	0,5	0,8	70	77,5	8,6	0,06	25
6	0,5	0,8	18	77,5	7,1	0,09	25
7	0,2	1,1	50	77,5	5,1	0,08	25
8	0,8	0,5	50	77,5	8,5	0,06	25
9	0,5	0,4	50	77,5	5,0	0,09	25
10	0,5	1,2	50	77,5	8,0	0,07	25

Nakon toga se na sloj tehničkog kamena primjeni 2 800 m<sup>3</sup> naftnog mulja pa se onda učvršćuje valjcima s pneumatskim gumama, koji prolaze 10 puta po jednom tragu. Temperatura okoliša je 25 °C, vrijeme učvršćivanja je 77,5 sati.

Kao što je to poznato, količina naftnih produkata u naftnom mulju, kao i količina naftnog mulja primijenjenog na podlogu i tehnički kamen (agregat), djeluje na njihovu čvrstoću i svojstva upijanja vode. Na temelju te činjenice, mi smo koristili naftni mulj s količinom naftnih produkata do 10, 20, i 70 mas.%. Količina naftnog mulja primijenjenog na podlogu, bila je 0,2, 0,3, 0,5, 0,7 i 0,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, količina naftnog mulja korištenog za obavljanje agregata, bila je 0,4, 0,5, 0,8, 1,1 i 1,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Ispitivanje je provedeno na temperaturi od 10, 25 i 30 °C.

Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 1.

Dobiveni podaci omogućuju da se kao najpovoljniji uvjeti za izgradnju nosivog sloja prihvati slijedeće:

- Naftni mulj primijenjen je na podlogu po stopi od 0,3 – 0,7 m<sup>3</sup> na 1 m<sup>2</sup> i onda učvršćen. Nakon toga se primjenjuje tehnički kamen, agregat ili njihova mješavina a onda se još jednom obavlja naftnim muljem u količini od 0,5 – 1,1 m<sup>3</sup> na 1 m<sup>2</sup> podloge, ponovo učvršćuje i dozrijeva u vremenu koje ovisi o temperaturi okoliša.

Međutim, to je moguće samo onda ako se koristi naftni mulj s najmanje 20 mas.% naftnog produkta. Na bazi toga, kada se koristi naftni mulj koji sadrži 18% naftnog produkta (test br. 6), učvršćenje i hidroizolacijska svojstva uzorka se kvare. Isto slabljenje svojstava se primjećuje u slučaju smanjivanja količine naftnog mulja primijenjenog na podlogu i agregat. S druge strane, povećanje količine naftnog mulja za podlogu (test br. 8) ne mijenja kvalitetu nosivog sloja i čini se da je nedjelotvorno. Štoviše, kada se prelazi propisana norma količine naftnog mulja, primijenjene na anorganske materijale (test br. 10), primjećuje se lagani pad

svojstava, što se može objasniti nedostatnim vremenom konsolidacije za očvršćivanje povećane količine naftnog mulja.

Vrijeme očvršćivanja (izračunato prema jednadžbi 1) gotovog nosivog sloja kod negativne temperature je 8 dana.

$$t = 180 - 4,1(-5)$$

gdje je -5 srednja temperatura zimi u regiji Krasnodar (jug Rusije). Negativna temperatura ne uzrokuje negativno djelovanje na kvalitetu nosivog sloja.

Kada se uspoređuju svojstva očvršćivanja i hidroizolacije gotovog nosivog sloja sa svojstvima koje su predložili V.D. Mariutsa, M.I. Kuchma i T.A. Melnik<sup>5</sup> (certifikat autora USSR 1539248, E 01 C 3/00, 1987.) i V.M. Brskrovny, T.A. Tusov, N.S. Dezhina<sup>2</sup> (certifikat autora USSR 1712519, 5 E 01 C 3/00, 1990.) otkriveno je da metoda konstrukcije nosivog sloja, predložena u ovom radu, omogućuje dobivanje nosivog sloja veće čvrstoće kao i smanjivanje broja radnji na očvršćivanju podloge i kvašenju.

Na temelju rezultata naše studije, 2002. je izgrađeno 12 km ceste u selu Mogilev u Republici Adigeja. Površina do sada nije izgubila svojstva čvrstoće. Primjena naftnog mulja pri gradnji cesta je od velike ekonomske važnosti za regiju Krasnodar i Republiku Adigejau, jer je to regija u kojoj se vadi i rafinira nafta, što omogućuje korištenje naftnog mulja kao materijala za izgradnju cesta i siguran transport materijala.

## Zaključak

Na osnovu dobivenih rezultata dolazimo do slijedećih zaključaka:

- noseći sloj, konstruiran prema predloženoj metodi, ima veliku čvrstoću i svojstva upijanja vode a u isto vrijeme ova tehnologija omogućuje značajno smanjenje broja radnji pri izgradnji.
- količina naftnih produkata u naftnom mulju treba biti najmanje 20%.
- količina naftnog mulja, primijenjena na podlogu, trebala bi biti 0,3 – 0,7 m<sup>3</sup> po m<sup>2</sup>, a za agregat 0,5 – 1,1 m<sup>3</sup> po 1 m<sup>2</sup>.
- povećanje količine naftnog mulja, primijenjenog na podlogu ne utječe na kvalitetu nosivog sloja i čini se da je nedjelotvorno.



Autori:

**T.N. Bokovikova**, Kuban State Technological University, Krasnodar, "Krasnodar petroleum refinery - Krasnodareconeft" CJSC

**D.R. Shperber**, Kuban State Technological University, Krasnodar, "Krasnodar petroleum refinery - Krasnodareconeft" CJSC

**E.R. Shperber**, Kuban State Technological University, Krasnodar, "Krasnodar petroleum refinery - Krasnodareconeft" CJSC

UDK : 665.6/.7 : 665.761.4 : 625.7/.8 : 665.033.2 :504

665.6/.7      naftna industrija, prerada, naftni produkti  
665.761.4    ostaci nafte, naftni mulj  
625.7/.8     cestogradnja  
665.033.2    ugljikovodici  
504          ekologija, utjecaj na okoliš