

ГЕОТЕХНИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ГЛИНИТЕ ОТ НАСИПИЩАТА НА РУДНИЦИТЕ НА "МИНИ МАРИЦА ИЗТОК" КАТО СТРОИТЕЛНА ОСНОВА НА ОБСЛУЖВАЩИТЕ ПЪТИЩА

Виолета Иванова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: wivanova@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Извършени са геотехнически изследвания на глините от насипищата в рудниците на източномаришкото въглищно находище. Изведени са корелационни зависимости между физико-механичните им показатели. Изследването характеризира глините като строителна основа на обслужващите руднични пътища във връзка с подобряване на съществуващите и избор на нови технологии за изграждане, текущо поддържане и ремонт, и гарантиране на добро техническо състояние през експлоатационния им период.

GEOTECHNICAL INVESTIGATION OF "MARITSA IZTOK" EAD OPEN PITS DUMP CLAYS AS A SERVICE ROADS FOUNDATION

Violeta Ivanova

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, E-mail: wivanova@abv.bg

ABSTRACT. Geotechnical investigations of pit dump (rough ground) clays in "Maritsa Iztok" mines as service road foundation were made. Correlation between mechanical parameters was worked out. The investigation characterized the clays as a foundation of service mining roads in relation to actual technologies improving and new building technologies choosing, running maintenance and good technical conditions warrantee during exploitation period.

Въведение

Автомобилните пътища в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД имат обслужващи функции. Предназначени са за транспортиране на хора, резервни части и агрегати за тежката минна механизация и консумативи за тях, специализирана техника (прикачни платформи за пренасяне на булдозери, еднокорови багери и др. от една точка на открития рудник до друга и пр.), подвижни ремонтни работилници, общостопански товари (строителни материали, взривни материали и аксесоари и др.), автоцистерни, автогрейдери и др. Т. е., те нямат технологични функции за транспортиране на откривка и/или въглища, но независимо от това, в хода на тяхната експлоатация се натрупват значителни остатъчни деформации.

Остатъчните деформации по обслужващи руднични пътища, изградени върху насипищни глини (нарушен масив) са по-интензивни от тези за пътища, изградени върху откривните хоризонти (ненарушен масив). Причина за това е значително по-ниската носеща способност на насипищните глини в сравнение с тази на глините от откривните хоризонти. В резултат, твърде често през есенно-зимния сезон, както и след продължителни проливни дъждове, тези пътища, ако не са с бетонова или асфалтова настилка, стават значително по-трудно проходими. Това води до удължаване времето за смяна на работните смени по тежката

минна и транспортна механизация (багери, насипообразуватели, задвижващи и обръщателни станции и претоварачи), намаляване коефициента на използването ѝ по време на смяната, а оттам и снижаване производителността на Разкривните транспортно-насипищни комплекси (РТНК), и на рудника като цяло.

Това, в удовлетворяваща практиката степен, може да се преодолее, ако в сега прилаганите технологии за изграждане, поддържане и ремонт на обслужващите руднични пътища се внесат целесъобразни корекции. Ревизията на тези технологии налага изследването на геотехническите свойства на насипищните глини по методика, съобразена със спецификата на изграждането, поддържането и ремонта на тези пътища.

Целенасочени изследвания в този смисъл бяха проведени при изпълнение договорни тематики с рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД (Смилянков, Иванова и др., 2008), резултатите от които са представени тук.

Методика на изследванията

Изследвани са глини от вътрешните и външните насипища на рудниците "Трояново 1", "Трояново север" и "Трояново 3". Черните глини от външното насипище на рудник "Трояново 3" са примесени с пепелина.

Геотехническите им показатели са определени в лабораторията по геотехника към катедра "Подземно строителство" на МГУ "Св. И. Рилски". Взетите за лабораторно изследване проби са неуплътнени и водонаситени. Физичните им показатели са определени преди, и след уплътняване при вертикален товар $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$, а механичните - след уплътняване при същия товар. Този товар отговаря на специфичното натоварване, упражнявано от тежкото-варната техника, преминаваща по вътрешно рудничните обслужващи пътища.

В лабораторни условия са изследвани следните показатели:

- естественото водно съдържание W_n , % и водно съдържание W , % след уплътняване при вертикален товар $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ (БДС 644-83);

- обемната плътност ρ_n , g/cm^3 и обемна плътност ρ , g/cm^3 след уплътняване при вертикален товар $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ (БДС 647-83);

- якост на срязване $\tau \cdot 10^5 \text{Pa}$ при вертикален товар $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ (БДС 10188-82);

- специфично съпротивление при пенетрация $P_m \cdot 10^5 \text{Pa}$ определено чрез автоматичен пенетрометър тип OFD с конусен накрайник с ъгъл при върха 30° и възможност за прилагане на товар, при който конусът да потъва $3 \div 10 \text{mm}$ (Демирев и др., 1979).

Установяването на зависимости с коефициент на корелация над 0,8 между изследваните геотехнически показатели, позволява определянето на всеки показател чрез другите, с достатъчна за практиката точност.

Резултати от геотехническите изследвания

Изследваните насипищни глини са:

- в рудник "Трояново 1" - от обслужващия път към Обединени северни насипища, покрай ГТЛ 1301;

- в рудник "Трояново север" - от I и II хоризонт на вътрешното насипище и от външното насипище;

- в рудник "Трояново 3" - от вътрешното насипище, покрай ГТЛ 3311 и ГТЛ 3111 и от външното насипище, покрай ГТЛ Т 6.

Всички насипищни глини са неуплътнени, водонаситени, силно пластични. Синьозелените глини са без, или с различен процент, пясъчна фракция и/или твърди включения с различни размери. Черните глини са без или с въглищни включения, а във външното насипище на рудник "Трояново 3" са смесени с пепелина.

Резултатите от проведените геотехнически изследвания на насипищните глини са представени в таблица 1.

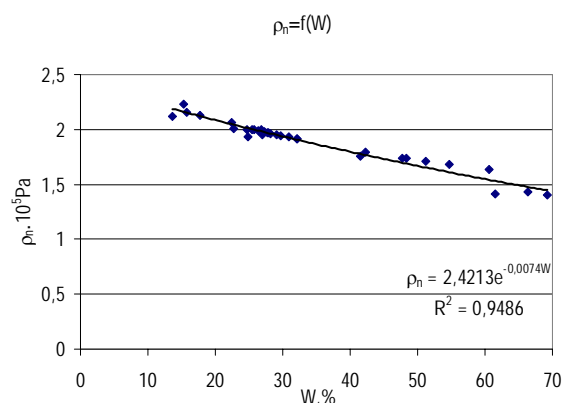
Според геотехническите свойства изследваните насипищни глини могат да бъдат обединени в няколко групи. Осреднените показатели за свойствата им са дадени в таблица 2.

Сравняването на данните за водното съдържание и плътността на глините преди и след уплътняване при вертикален товар $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ показва, че глините намаляват

водното си съдържание средно със 7,4% до 11,2% при което увеличават обемната си плътност средно с 2,4% до 4,2% (табл. 3). В процеса на уплътняване най-голямо е намаляването на водното съдържание при глините от първа група - глини и прахови синьозелени глини (11,2%) следвани от пясъчливите глини и черните глини примесени с пепелина ($8,2 \div 8,3\%$), а най-малко при пясъчливите глини и черните глини с въглищни включения ($7,4 \div 7,7\%$) (табл. 3). Увеличаването на обемната плътност на глините е приблизително два пъти по-малко от това на водното съдържание. Най-голямо е то при черните глини с пепелина (4,2%), следвано от черните глини, пясъчливите глини и праховите синьозелени глини ($3,9 \div 3,6\%$), а най-малко при черните глини с въглищни включения (2,4%) (табл. 3).

Под въздействие на вертикално напрежение уплътняването (увеличаването на обемната плътност) на глините се осъществява за сметка на изтласкване на водата от порното им пространство. Този процес е облекчен при глините с повишено съдържание на пясъчна фракция и глините с пепелина. При водонаситените глини с преобладаващо съдържание на глинеста фракция процесът на уплътняване е затруднен и забавен във времето поради създаване на порен натиск.

Между обемната плътност ρ и водното съдържание W на насипищните глини след уплътняване при вертикален товар $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ е установена праволинейна зависимост и тясна корелационна връзка - коефициент на корелация 0,97 (фиг. 1).



Фиг. 1. Зависимост между обемната плътност ρ и водното съдържание W след уплътняване при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$

Механичните показатели на насипищните глини след консолидация при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ - якост на срязване τ при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ и съпротивление при пенетрация P_m , са с твърде ниски стойности: - $\tau=0,04 \div 1,24 \cdot 10^5 \text{Pa}$, а $P_m = 0,45 \div 3,12 \cdot 10^5 \text{Pa}$ (табл. 1). Тези показатели кореспондират логично със състоянието на глините в насипищния масив - нарушена структура и пълно водонасищане на порите им.

С по-високи механични показатели са пясъчливите глини, черните глини с въглищни включения и тези от рудник "Трояново 3" примесени с пепелина - $\tau=0,76 \div 1,0 \cdot 10^5 \text{Pa}$, $P_m=1,96 \div 2,22 \cdot 10^5 \text{Pa}$, а с по-ниски - синьозелените и сиво-черните - $\tau=0,27 \cdot 10^5 \text{Pa}$, $P_m = 0,51 \div 0,57 \cdot 10^5 \text{Pa}$ (табл. 2).

Таблица 1. Физико-механични показатели на глините от насипищата

Визуално описание	Физични показатели в естествено състояние		Физико-механични показатели след консолидация при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$			
	W_n , %	ρ_n , g/cm ³	W , %	ρ , g/cm ³	τ , 10^5Pa при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$	P_m , 10^5Pa
Рудник "Трояново 1"						
Обединени северни насипища, ГТЛ 1301						
Глина сиво зелена	36,41	1,90	27,30	1,98	0,40	0,89
Глина жълто кафява	30,24	1,93	26,31	1,99	0,24	0,45
Глина сиво зелена	35,02	1,87	32,19	1,91	0,44	1,00
Глина пясъчлива сиво зелена	15,25	2,09	13,60	2,12	1,08	3,125
Глина жълто кафява	24,97	1,99	22,40	2,06	0,28	0,62
Глина жълто кафява	26,90	1,91	25,80	2,00	0,40	0,78
Глина сиво зелена	32,54	1,90	27,88	1,97	0,24	0,69
Глина сиво зелена	36,54	1,85	30,91	1,93	0,48	1,10
Рудник "Трояново север"						
Вътрешно насипище. II насипищен хоризонт. Задвижваща станция 2201						
Глина сиво зелена с жълти петна	34,61	1,85	32,06	1,91	0,24	0,62
Глина сиво зелена с жълти петна	32,38	1,91	29,13	1,95	0,28	0,50
Глина сиво зелена	47,25	1,74	42,24	1,79	0,08	0,23
Вътрешно насипище. I насипищен хоризонт. Задвижваща станция 2101						
Сивочерна глина	48,38	1,69	47,66	1,74	0,12	0,41
Сивочерна до сиво зелена глина	45,26	1,71	41,55	1,76	0,28	0,55
Сивочерна глина	58,44	1,61	51,18	1,71	0,40	0,58
Външни насипища. Задвижваща станция 1301						
Синьозелена глина пясъчлива	28,48	1,90	26,92	1,95	0,76	1,39
Синьозелена глина пясъчлива	33,52	1,85	29,64	1,94	0,12	0,30
Синьозелена глина пясъчлива	31,36	1,88	28,24	1,96	0,44	0,41
Рудник "Трояново 3"						
Външно насипище, ГТЛ Т6						
Глина синя пясъчлива с тв. включ.	16,1	2,10	15,8	2,16	0,92	2,47
Глина синя пясъчлива с тв. включ.	16,4	2,09	15,3	2,23	0,80	2,47
Глина синя пясъчлива с тв. включ.	19,3	1,96	17,7	2,13	0,72	1,34
Глина черна с пепелина	28,2	1,87	27,8	1,97	0,84	2,00
Глина черна с пепелина	26,7	1,90	24,7	2,00	1,24	2,22
Глина черна с пепелина	29,4	1,88	24,8	1,93	0,92	1,65
Вътрешно насипище, ГТЛ 3311						
Глина синя пясъчлива	27,9	1,92	25,5	2,00	1,20	2,60
Глина синя	25,9	1,95	22,7	2,01	0,36	0,55
Глина синя пясъчлива	27,5	1,97	26,8	2,00	0,76	1,50
Вътрешно насипище, ГТЛ 3111						
Глина черна с възглицни включения	68,0	1,39	61,5	1,41	0,80	2,47
Глина черна с възглицни включения	72,2	1,35	69,2	1,40	0,80	2,47
Глина черна с възглицни включения	73,3	1,40	66,4	1,43	0,68	1,73
Глина синя	55,4	1,64	54,8	1,68	0,12	0,32
Глина синя	65,5	1,55	60,7	1,64	0,04	0,25
Глина синя	58,9	1,59	48,4	1,74	0,20	0,35

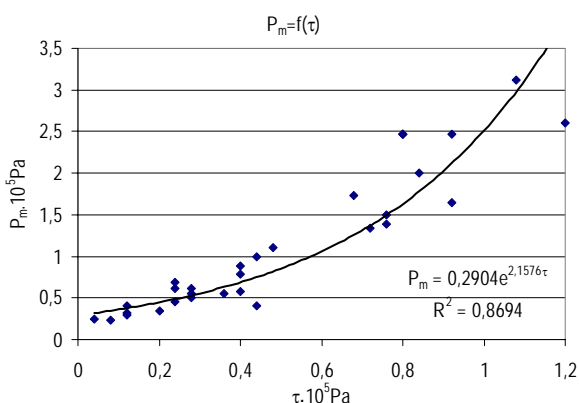
Таблица 2. Осреднени стойности на физико-механичните показатели на насипищните глин

Група	Визуално описание	Физични показатели в естествено състояние		Физико-механични показатели след уплътняване при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$			
		W_n , %	ρ_n , g/cm ³	W , %	ρ , g/cm ³	τ , 10^5Pa при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$	P_m , 10^5Pa
1	Глини и прахови глин, сини до синьозелени	37,97	1,83	33,79	1,90	0,27	0,57
2	Глини с повиш. пясъч. фракция	21,56	2,00	20,24	2,08	0,89	2,13
3	Глини сивочерни	50,69	1,67	46,80	1,74	0,27	0,51
4	Глини черни с пепелина	28,10	1,88	25,77	1,97	1,00	1,96
5	Глини черни с възглицни включения	71,17	1,38	65,70	1,41	0,76	2,22

Таблица 3. Промяна на водното съдържание и плътността на насипищните глини

Група	Описание	Намаляване на W_n и ρ_n след уплътняване при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$, %					
		W_n			ρ_n		
		min	max	средно	min	max	средно
1	Глини и прахови глини, сини до синьозелени	1,1	25,0	11,2	2,0	7,6	3,6
2	Глини с повишена пясъчна фракция	1,7	10,8	8,3	1,4	8,0	3,8
3	Глини сивочерни	1,5	12,4	7,4	2,8	5,8	3,0
4	Глини черни с пепелина	1,5	15,6	8,2	2,6	5,1	4,2
5	Глини черни с въглищни включения	4,2	9,5	7,7	1,4	3,6	2,4

Между изследваните механичните показатели на глините също е установена тясна корелационна връзка. Зависимостта между якостта на срязване τ при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ и специфичното съпротивление при пенетрация P_m е експоненциална, с коефициент на корелация 0,93 (фиг. 2).



Фиг. 2. Зависимост между специфичното съпротивление при пенетрация P_m и водното съдържание W след уплътняване при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$

Между механичните и физичните показатели на насипищните глини корелационни зависимости с достатъчно високи, удовлетворяващи практиката коефициенти на корелация (0,8), не са установени. Тези зависимости обаче показват, че и двата механични показателя се влияят в по-голяма степен от водното съдържание, отколкото от обемната плътност. Това логично може да се обясни със състоянието им в масива – нарушена структура и пълно водонасищане на порите им.

Глините с ненарушена структура от откривните хоризонти на рудниците се съпротивляват на механични въздействия преди всичко със структурните си връзки, а водата в тях има подчинено значение. Насипищните глини са с нарушената структура и повишено водно съдържание, поради което влиянието на водата има решаващо значение за намаляване на съпротивлението им при механични въздействия, тъй като омокря контактите между частиците и ги отслабва.

Обслужващите пътища в рудниците на "Мини Марица изток" се изграждат без настилка (черни) или с настилка от асфалт, бетон или трошенокаменни фракции. Голяма част от тях са с настилка от трошенокаменни фракции.

Анализът на механичните показатели на насипищните глини в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД, изследва-

ни като строителна основа на обслужващите руднични пътища, дава основание те да бъдат обединени в две групи (табл. 4).

Таблица 4. Осреднени механични показатели на насипищните глини по групи

Групи насипищни глини	$\tau, \cdot 10^5 \text{Pa}$ при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$	$P_m, \cdot 10^5 \text{Pa}$
Глини и прахови глини, сини до синьозелени и сивочерни	$\frac{0,04 \div 0,48}{0,27}$	$\frac{0,23 \div 1,10}{0,56}$
Глини с повишена пясъчна фракция, черни глини с въглищни включения или с пепелина	$\frac{0,68 \div 1,24}{0,89}$	$\frac{1,34 \div 3,13}{2,11}$

Глините от първа група са с преобладаваща глинеста фракция, която заедно с повишеното съдържание на органично вещество в сивочерните глини допринася за ниските механични им показатели (табл. 4). Нарастването на съпротивителните възможности при механични въздействия на глините от втората група се дължи на повишеното съдържание на пясъчна фракция и наличието на въглищни включения в черните глини и смесването им с пепелина в рудник "Трояново 3".

Съвременен метод за определяне на носещата способност на земната основа е CBR-тестът. Чрез него се определя калифорнийското отношение за носеща способност CBR %, което представлява относителната якост на почвата, сравнена с еталонен, висококачествен скален материал, изследван в Калифорния. У нас методът вече е задължителен при проектиране на магистрали, пристанища и летища. се извършва лабораторно (AASHTO T 193-81 1986) и "in situ" (ASTM D 4429-09). При рудничните пътища с трошенокаменна настилка CBR-тестът дава възможност за бързо и лесно определяне на необходимата за полагане върху земната основа дебелина на скалните фракции, с отчитане големината на преминаващите товари, както и тяхната честота. През 2007г. такива изследвания бяха проведени лабораторно и in situ за глинестите разновидности от откривните хоризонти в рудник "Трояново 3". За съжаление изследвания чрез CBR-тест на насипищните глини в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД не са провеждани, а резултатите от тях биха позволи използване на нови технологии и материали (геотекстил, геоклетки, геомрежи и др.) при изграждането на обслужващите пътища, особено върху насипищни глини.

От резултатите, получени при изследване на геотехническите свойства на насипищните глини от земното платно на обслужващите пътища в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД", могат да се направят следните

Изводи

1. Насипищните глини са сравнително хомогенни, неуплътнени, водонаситени. Решаващо влияние върху свойствата им има глинестата, респективно пясъчливата фракция.

2. Под действие на уплътняващ товар ($\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$) намаляват водното си съдържание с 1% до 25% (средно 9%) и увеличават обемната си плътност от 1,4% до 8% (средно 4%).

3. Под влияние на атмосферните води насипищните глини имат възможност да набъбват. Процесът на консолидация е възпрепятстван от невъзможността за филтрация на водата в тях, поради което се уплътняват твърде трудно и бавно.

4. За осигуряване на здрава основа на обслужващите пътища, освен задължителното уплътняване чрез валиране, особено важно за намаляване на водата е дренирането на пътя, което ще заздравя насипищните глини.

5. За използване на нови технологии и материали (геотекстил, геоклетки, геомрежи и др.) при изграждането на обслужващите пътища в рудниците, особено върху наси-

пищни глини, е необходимо да се изследват CBR-характеристиките им.

Литература

Демирев А. и др. *Ръководство за упражнения по инженерна геология*. ДИ Техника, София. 1979. 406 с.

Смилян А., В. Иванова и др. *Изследване на CBR-характеристиките на глините от надвъглищния комплекс на рудник "Трояново 3" за изясняване на възможностите за прилагане на нетрадиционни пътни и други настилки*. Отчет по дог. 1347. Архив на р-к "Трояново 3". 2007.

Смилян А., В. Иванова и др. *Оптимизация с цел минимизиране на средногодишните разходи за строителство, поддържане и ремонт на сега прилаганите пътни настилки за обслужващите пътища в условията на рудник "Трояново 1"*. Отчет по дог. 1135. Архив на р-к "Трояново 1". 2008.

Смилян А., В. Иванова и др. *Оптимизация с цел минимизиране на средногодишните разходи за строителство, поддържане и ремонт на сега прилаганите пътни настилки за обслужващите пътища в ненарушен и нарушен масив за условията на рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД*. Отчет по дог. 1928. Архив на НИС при МГУ, София. 2008.

Препоръчана за публикуване от Катедра "Подземно строителство", МТФ