

## ГЕОТЕХНИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ГЛИНИТЕ ОТ ОТКРИВНИТЕ ХОРИЗОНТИ НА РУДНИК "ТРОЯНОВО СЕВЕР" 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 (в ненарушено състояние) от откривните хоризонти на рудника. Изведени са корелационни зависимости между механичните 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 "TROYANOVO SEVER" OVERBURDEN LEVELS 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 "Troyanovo sever" overburden levels (intact massif) clays 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 their exploitation.

### 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, еднокофови 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.) и пр. 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.

За гарантиране на добро техническо състояние на обслужващите пътища по време на плановия им срок на експлоатация е необходимо подобряване на съществуващите и прилагане на нови технологии за изграждането, текущото поддържане и ремонта им. Ревизирането на сега използваните в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД технологии на изграждане, поддържане и ремонт на обслужващите пътища изисква познаване на геотехническите свойства на глините от откривните хоризонти, необходими за определяне на носещата способност на земното платно като строителна основа. Целенасочени изследвания в този смисъл бяха проведени при изпълнение договорни тематики с рудник "Трояново 1" и "Мини Марица изток" ЕАД (Смиля

нов, Иванова и др., 2008), резултатите от които са представени тук.

### Методика на изследванията

Изследвани са глинести разновидности от откривните хоризонти на рудника, изграждащи земното платно на обслужващите пътища. Геотехническите показатели са определени лабораторно (в лабораторията по инженерна геология към катедра "Подземно строителство" на МГУ "Св. Ив. Рилски") и "in situ". Взетите за лабораторно изследване проби са в естествено състояние (с водно съдържание и обемна плътност, съответстващи на тези в масива).

Лабораторно са изследвани следните показатели:

- естественото водно съдържание  $W_n$ , % (БДС 644-83);
- обемната плътност  $\rho_n$ , g/cm<sup>3</sup> (БДС 647-83);
- якост на срязване  $\tau$ .10<sup>5</sup>Pa при вертикален товар  $\sigma=1,5 \cdot 10^5$ Pa (БДС 10188-82). Избраният вертикален товар отговаря на специфичното натоварване, упражнявано от тежкотоварната техника, преминаваща по вътрешно рудничните пътища;
- специфично съпротивление при пенетрация  $P_m$ .10<sup>5</sup>Pa. Определя се 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÷10mm (Демирев и др., 1979).

Съпротивление на глините при проникване с динамичен плътномер (уред на ДорНИИ). Изследването за определянето му се провежда *In situ*. Отчита се броят на ударите  $C$ , необходими на тежест от 2,5 kg, падаща свободно от 0,40 m височина по цилиндрично стебло с площ 1 cm<sup>2</sup>, то да се внедри на дълбочина от 0,1 m в изследваната глинеста разновидност. Уредът е лесно преносим и лек за обслужване. Доказаните от Зеленин и др., 1975 тесни корелационни връзки между броя на ударите  $C$  и якостните параметри (кохезия  $c$  и ъгъл на вътрешно триене  $\phi$ ), а също и между броя на ударите  $C$  и водното съдържание, границите на пластичност и съдържанието на глинеста фракция позволяват чрез уреда на ДорНИИ лесно и бързо да се определят с достатъчна за практиката споменатите по-горе показатели.

Съвременен метод за определяне на носещата способност на земната основа е CBR-тестът (извършва се лабораторно и *in situ*). Чрез него се определя относителната якост на почвата, сравнена с еталонен, стандартен висококачествен скален материал, изследван в Калифорния. У нас методът вече е задължителен при проектиране на магистрали, пристанища и летища. При рудничните пътища с трошенокаменна настилка CBR-тестът дава възмож

ност за бързо и лесно определяне на необходимата за полагане върху земната основа дебелина на скалните фракции, като се отчита големината на товарите, които ще преминават, както и тяхната честота. През 2007г. такива изследвания бяха проведени лабораторно и *in situ* за глинестите разновидности от откривните хоризонти в рудник "Трояново 3" (Смилянов, Иванова и др., 2007).

## Резултати от геотехническите изследвания

Пробите за лабораторно изследване са взети в естествено състояние от II-ри, III-ти и IV-ти и V-ти откривни хоризонти на рудник "Трояново север". На същите откривни хоризонти *in situ* неколккратно в масива е изследвано съпротивлението на глините при проникване с динамичния плътномер (уред на ДорНИИ). Броят на ударите  $C$  за всеки вид глина в хоризонта е осреднен, поради което резултатите не са цели числа.

Осреднените резултати от проведените геотехнически изследвания на глинестите разновидности от откривните хоризонти на рудника са представени в таблица 1 (Смилянов, Иванова и др., 2008).

Таблица 1. Осреднени физико-механични показатели на глините от откривните хоризонти в рудник „Трояново север“

Хоризонт	Визуално описание	$W_n$ , %	$\rho_n$ , g/cm <sup>3</sup>	$\tau$ , 10 <sup>5</sup> Pa при $\sigma=1,5 \cdot 10^5$ Pa	$P_m$ , 10 <sup>5</sup> Pa	ДорНИИ, $C$ , брой удари
II	Черна глина с въглищни включения	54,07	1,64	2,08	6,43	6,8
II	Синьозелена глина	27,48	1,95	2,44	7,10	8,0
III	Синьозелена глина с твърди включения	17,28	2,16	2,84	11,11	13,0
IV	Кафява глина	23,05	2,00	2,24	8,16	9,5
V	Светлосива глина	43,29	1,62	1,60	6,15	6,0

Анализът на резултатите от проведените геотехнически изследвания показва различия в свойствата на глините от откривните хоризонти, както по площ, така и във вертикална посока (табл. 1). Причина за това са условията на седиментация в периода на формирането им, както и протеклите постгенетични процеси в Източномаришкия басейн, част от който е рудник "Трояново север". Нарушаването на ритмичността на отлагане на седиментите вследствие промяна посоката на колебателните движения, различната степен на уплътняване и литификация, геохимичните процеси, протичащи в масива при движение на водите, както и нарушаването на естественото напрегнато състояние от експлоатацията в рудника, са довели до: различия в минералния и зърнометричния състав; нехомогенност, поради образуване на структурни връзки с различна природа и включения с различен характер и големина; мрежовидна напуканост от пукнатини с вълнообразни и огледални повърхнини, често запълнени с минерали.

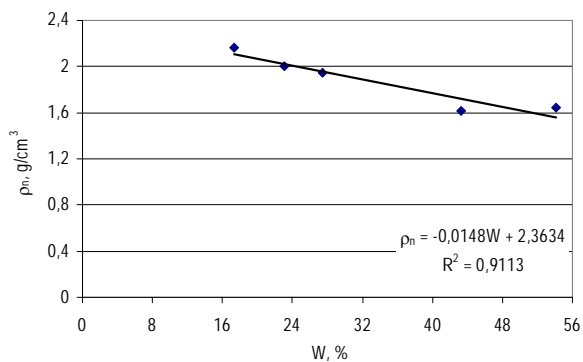
Според обемната плътност на скелета глините от откривните хоризонти са с различна степен на уплътненост (Иванова, 1999): ниска - за черните глинени с въглищни включения от II<sup>ри</sup> и светлосивите от V<sup>ти</sup> хоризонт (с най-голямо водно съдържание); средна - за синьозелените глинени от II хоризонт и кафявите от IV хоризонт и висока - за синьозелените глинени от II хоризонт (с най-ниско водно съдържание) (табл. 1).

Въпреки хетерогенността на отложенията от надвъглищния комплекс на Източномаришкия въглищен басейн, между показателите за свойствата им съществуват корелационни зависимости изведени от автора (Иванова, 1999), както и от други изследователи.

Анализът на показателите за физичните свойства на глините (Смилянов, Иванова и др., 2008) – естествено водно съдържание и обемна плътност, показва също нееднородност на глините по хоризонти и за всеки отделен хоризонт. Това се дължи на различията в минералния и зърнометричния им състав и различната степен на уплътняване и заздравяване с карбонатно вещество по време на протеклите постгенетични процеси.

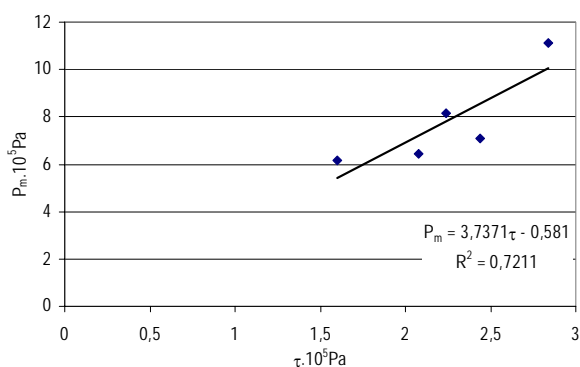
Зависимостта между обемната плътност  $\rho_n$  и естественото водно съдържание  $W_n$  за изследваните глинести разновидности е с коефициент на корелация 0,95 (фиг. 1).

Между механичните показатели - якост на срязване  $\tau$  при  $\sigma=1,5 \cdot 10^5$ Pa, специфично съпротивление при пенетрация  $P_m$  и броя удари при проникване с уреда на ДорНИИ, са установени праволинейни зависимости с тясна корелационна връзка (с коефициент на корелация над 0,8):



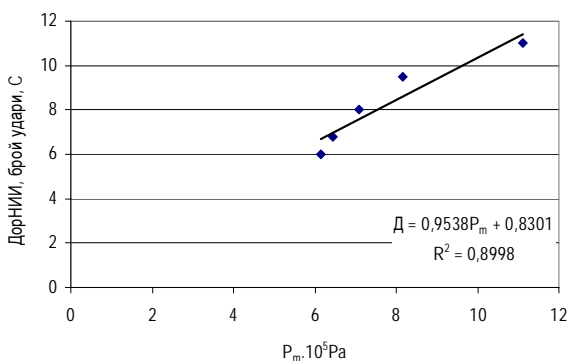
Фиг. 1. Зависимост между обемната плътност  $\rho_n$  и естественото водно съдържание  $W_n$

- Зависимостта между специфичното съпротивление при пенетрация  $P_m$  и якостта на срязване  $\tau$  при  $\sigma = 1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$  е с коефициент на корелация 0,85 (фиг. 2);



Фиг. 2. Зависимост между специфичното съпротивление при пенетрация  $P_m$  и якостта на срязване  $\tau$  при  $\sigma = 1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$

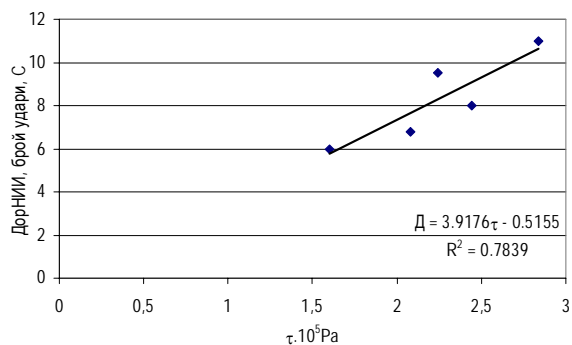
- Зависимостта между броят удари  $C$  за проникване с уреда на ДорНИИ и специфичното съпротивление при пенетрация  $P_m$  е с коефициент на корелация 0,95 (фиг. 3);



Фиг. 3. Зависимост между брой удари  $C$  за внедряване уреда на ДорНИИ и специфичното съпротивление при пенетрация  $P_m$

- Зависимостта между броя удари  $C$  за проникване с уреда на ДорНИИ и якостта на срязване  $\tau$  при  $\sigma = 1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$  е с коефициент на корелация 0,89 (фиг. 4).

Между механичните показатели – якост на срязване  $\tau$  при  $\sigma = 1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , специфично съпротивление при пенетрация  $P_m$  и брой удари  $C$  за проникване с уреда на ДорНИИ и физичните показатели обемна плътност  $\rho_n$  и естествено



Фиг. 4. Зависимост между брой удари  $C$  за внедряване уреда на ДорНИИ и якостта на срязване  $\tau$  при  $\sigma = 1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$

водно съдържание  $W_n$  са установени логаритмични зависимости с коефициенти на корелация над 0,8 (0,8÷0,93). Изведените зависимости доказват, че механичните показатели на глините се влияят в малко по-голяма степен от обемната плътност, отколкото от естественото водно съдържание. Това естествено кореспондира със степента им на уплотненост (Иванова, 1999).

Глините от надвъглищния комплекс (с изключение на черните, органични) са с висока до средна степен на уплотненост, особено тези, заздравени от наличие на карбонатно вещество. На механични въздействия те реагират като се съпротивляват преди всичко със структурните си връзки, а влиянието на водата в тях има подчинено значение.

Обслужващите пътища в рудник “Трояново север” се изграждат без настилка (черни) или с настилка от асфалт, бетон или трошенокаменни фракции. Проведените измервания на остатъчните деформации по тях дават информация за липсващите обеми настилка. Преобладаващата част от обслужващите руднични пътища са с настилка от трошенокаменни фракции. За остойностяване на операциите по текущо поддържане и определяне на оптималния срок за провеждането му при тези пътища, по методика предложена от Смилянов, 2008, глинестите разновидности от откривните хоризонти бяха групирани в три групи, представени в таблица 2.

За бързото и лесно определяне на носещата способност на глинестите разновидности от земното платно и необходимата дебелина на скалните фракции (с отчитане на големината и честотата на преминаващите товари) за чаклираните обслужващи пътища е необходимо изследване на СBR-характеристиките на глините от откривните хоризонти на рудника.

## Изводи

1. Геотехническите изследвания на глинестите разновидности от откривните хоризонти на рудника са проведени по методика, съобразена с особеностите при изграждане, ремонт и поддържане на обслужващите пътища.

2. Анализът на резултатите от проведените геотехнически изследвания показва различия в свойствата на глините

Таблица 2. Групиране на глините от откривните хоризонти според осреднените им физико-механични показатели

Група №	Вид глини, върху които е изграден чакълвания път	Откривен хоризонт	$\tau, 10^5 \text{Pa}$ при $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$	$P_m, 10^5 \text{Pa}$	ДорНИИ, С, брой удари
1	1.1. Черни глини с въглищни включения	II	2,08	6,43	6,8
	1.2. Светлосиви глини	V	1,60	6,15	6,0
2	2.1. Синьозелени глини	II	2,44	7,10	8,0
	2.2. Кафяви глини	IV	2,24	8,16	9,5
3	3.1. Синьозелени глини с твърди включения	III	2,84	11,11	13,0

от откривните хоризонти, както по площ, така и във вертикална посока (табл. 1). Това се дължи на различията в минералния и зърнометричния им състав и различната степен на уплътняване и заздравяване с карбонатно вещество по време на протеклите постгенетични процеси.

3. Между механичните показатели - якост на срязване  $\tau$  при  $\sigma=1,5 \cdot 10^5 \text{Pa}$ , специфично съпротивление при пене-трация  $P_m$  и брой удари при проникване с уреда на ДорНИИ, са установени праволинейни зависимости с тясна корелационна връзка (с коефициент на корелация над 0,8).

4. За бързото и лесно определяне носещата способност на глинезите разновидности от земното платно и необходимата дебелина на скалните фракции (с отчитане на големината и честотата на преминаващите товари) за чакълвания обслужващи пътища се препоръчва изследване на CBR-характеристиките на глините от откривните хоризонти на рудника.

## Литература

1. 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.

2. 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.
3. Демирев А. и др. *Ръководство за упражнения по инженерна геология.* ДИ Техника, София. 1979. 406 с.
4. Зеленин А. и др. *Машины для земляных работ.* Изд. Машиностроение, М. 1975. 422 с.
5. 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.
6. Иванова В. *Геотехнически свойства на надвъглищния комплекс и влиянието им върху производителността на роторните багери в Източномаришкия въглищен басейн.* Дисертация за получаване на научно-образователна степен "доктор". 1999.

Препоръчана за публикуване от Катедра "Подземно строителство", МТФ