

ԱՄՐԱՑՎԱԾ ՀՈՂԻ ԶԱՆԳՎԱԾՆԵՐ¹

Պրոֆ., կամուրջների և ճանապարհների ինժեներ ԳԻ ՍԱՆԴԼԵՐԱՆ²

Ռեֆերատ: Նկարագրվում է ամրացված հողի եղանակի օգտագործումը գրունտից կալում և խնայողական ղանգվածներ կառուցելու համար: Նշվում են այդ եղանակի տեխնիկական առավելությունները լիցքերի կառուցման ավանդական ձևերի համեմատ: Բերվում են ֆրանսիայում այդ եղանակի կիրառման շուրս օրինակներ:

ՌՈՒՍՏԵՐԵՆ ՆՎ ՀԱՅՏԵՐԵՆ ԹԱՐԳՄԱՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՆԱԽԱՐԱՆ

Ես չափազանց շոյված եմ, որ իմ բարեկամ պրոֆեսոր Տեր-Ստեփանյանը սիրով համաձայնեց քարգմանել իմ հոդվածը ռուսերեն և հայերեն, որը ես հրատարակել էի մի քանի տարի առաջ «Ամրացված հող»-ի վերաբերյալ կիռնի կենտրոնական դպրոցի ամսագրում:

Իմ գոհունակությունը կրկնակի է:

Մի կողմից ես համոզված եմ, որ իմ բարեկամ Անրի Վիդալի «Ամրացած հող» ֆրանսիական հայտնագործությունը շատ դեպքերում օգտակար և շահավետ եղանակ է: Այսինքն՝ ինչպես վկայում է հոդվածը, ես այն օգտագործել եմ նոր կառուցումների դեպքում և Ալպերում՝ սողանքների դեմ պայքարելիս:

Ակնհայտ է, որ ինչպես ամեն նոր մեքոդ, սա ևս պետք է լինի փորձով ստուգված: Ես ուրախ եմ հաղորդելու ռուս և հայ ընթերցողներին, որ ես վերջերս այցելել եմ Սան-Ժորժո գանգվածը, որի մասին հիշատակվում է: Այս գանգվածը կառուցվել է 1970 թ. մետաղական քաղանքների կիրառմամբ և գոյության տասներկու տարիներից հետո, բարդ պայմաններում ունի բավարար վիճակ:

Մյուս կողմից իմ գոհունակության երկրորդ պատճառը՝ նոր շփում ունենալն է հայերեն և ռուսերեն լեզուներով ընթերցողների հետ: Սկսած 1970 թ. կենտրոնական դպրոցի շատ աշակերտներ Մոսկվայում, Լենինգրադում ավարտել են գրունտների մեխանիկայի մասնագիտությամբ ասպիրանտուրան և սովետական ընթերցողներն արդեն ունեն հնարավորություն ծանոթանալու ռուսերեն քարգմանած իմ առաջին երկու աշխատանքներին՝ «Պենետոմետրիան և գրունտների ուսումնասիրությունը» արված 1971 թ. և «Գրունտների մեխանիկայի գործնական ընթացքը»՝ 1981 թ., այս վերջինը համահեղինակած է իմ

¹ Guy Sanglerat, Massifs de terre armée, Revue „Technica“, juillet-août-septembre 1971, p. 1—8. Կրճատված թարգմանությունը ֆրանսերենից ինժ. Գ. Արշակյանի: Տե՛ս, նաև Վ. Տեր-Մինասյանի հոդվածը «Ամրացված հողը, որպես նյութ նոր տիպի բաղադրական ամրարտակների համար» («Գոմոմեխանիկայի պրոբլեմներ», Երևան, 1976, էջ 106—123):

² Ֆրանսիայի կիռնի կենտրոնական ինժեներական դպրոցի գրունտների մեխանիկայի պրոֆեսոր:

բարեկամ՝ ճանապարհների և կամուրջների գլխավոր տեսուչ՝ Ժան Կոստեի հետ, այժմ Փարիզի օդանավակայանի գլխավոր դիրեկտոր:

Գի Սանգլերա

Ամրացված հողի մեքողի սկզբունքը

Ամրացված հողը նոր մեթոդ է³, որն իրականացնում է դիմհար զանգվածների՝ դյուրափոխալի, ծանր, դիմացկուն և էժան նյութի օգնությամբ: Այս եղանակը հայտնագործվել և պատենտավորվել է կամուրջների և ճանապարհների ինժեներ շինարար Անրի Վիդալի կողմից (Vidal, 1966, 1969; Schlosser, Vidal, 1969):

Դիմհար զանգվածի կառուցումը չափազանց հեշտ է, բավական է տեղում դնել ուղղաձիգ երեսապատ, կազմված ճկուն մետաղական թաղանթներից (օրինակներ՝ լեզ Ուշ, նկ. 1, Սենտ-Ժորիո, նկ. 2, 3 և 4, կամ լեզ Աբրիե-տիե՝ Ժիվորում, նկ. 5), կամ հավաքովի բետոնե սալերից (Վերն՝ քաղաքային առաջնահերթ կառուցումների գոտի Ժիվորում), կապակցել երեսապատի տարրերը սովորաբար կանոնավոր դասավորված մետաղե ամրաններով (նկ. 3), լցնել սորուն նյութով, ինչպիսիք են ավաղը կամ կոպիճը, տարածել 25 սմ շերտով բուլղոզների օգնությամբ (նկ. 3):

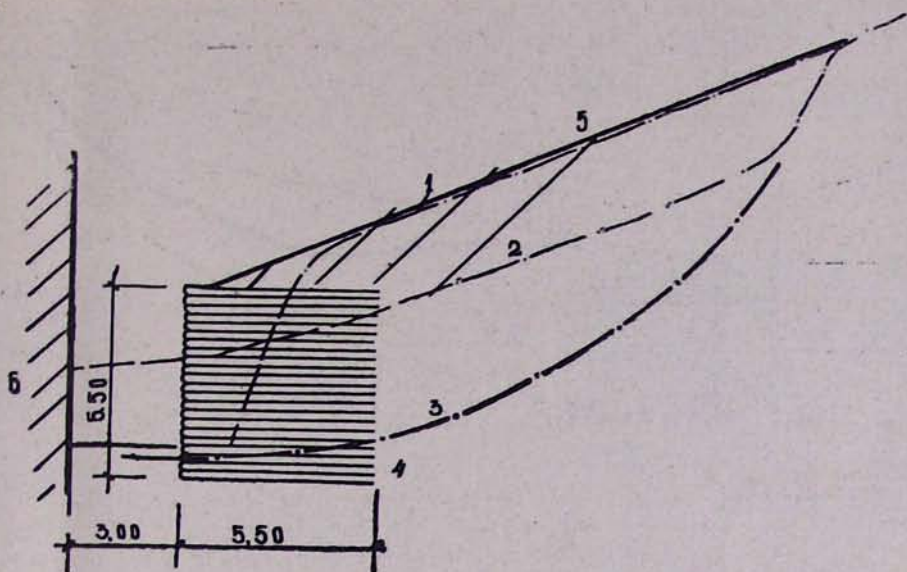
Ամրացված հողի կատարման ծախսերն ու արագությունը նույնն են, ինչ սովորական լիցքերի դեպքում: Հողը վերցվում է տեղում և միայն հավաքովի տարրերը պահանջում են փոխադրում, որոնք ներկայացնում են կառուցվածքի կշռի աննշան մասը: Հավաքովի տարրերը պատրաստված են գործարաններում և հավաքվում են բավականին հեշտ, որը թույլատրում է իրականացնել տարբեր աիպի կառուցումներ:

Իբրև լիցքի սորուն նյութ պետք է օգտագործել ավաղ կամ կոպիճ, որոնք համապատասխանում են հետևյալ պայմաններին, 75 միկրոմետրից մանր մասնիկների քանակը պետք է լինի 15%-ից պակաս, 100 մմ-ից խոշոր մասնիկները պետք է կազմեն 25%-ից պակաս, պետք է բացակայեն 250 մմ-ից մեծ մասնիկներ:

Կառուցման ընթացքում ամրացած հողի զանգվածները կայուն են: Մեքենաները, որոնք անհրաժեշտ են կոպիճը մատակարարելու և խտացնելու համար, նույնպես առանց դժվարության աշխատում են ուղղաձիգ երեսապատի եզրին:

Շփման միջոցով սորուն լիցքի և ամրանների կապը ստեղծում է կապակցված նյութ, որում անկախ հատիկները կարծես միացված են իրար. դրա առավելություններն են՝ չրի ազատ ներծծումը և ծակոտկենային ճնշման, առաջացումից խուսափելը՝ Դրա համար այդ զանգվածները, ի տարբերություն սովորական լիցքի, կարող են դիմանալ զգալի ձգողական ճիգերի: Ինչպես և երկաթբետոնում ձգողական ճիգի դիմադրությունը կարող է բարձրացվել ըստ ցանկության, փոփոխելով ամրանների խտությունը և ուղղությունը: Գործած-

³ Ամրացված հողի առաջին զանգվածը իրականացված է 1964 թ. Պրանյում (Պրեննյեներ) «Էլեկտրոն դը Ֆրանս» կազմակերպության համար: 1967 թ. կառուցվեց դրոսանավանների համար առափնյա պատ Գրանդ Մոտում, այս 1968 թ. հողի ամրացումն իրականացվեց էնկարվիլում՝ նորմանդիայի ավտոճանապարհին և Ժիվորում՝ Թորբյուն-Մենթոն Ա53 ավտոճանապարհին:



նկ. 1. Այդ Ուշի ամրացած հողի զանգվածի լայնական կտրվածքը. 1—տեղանքի մակերեսը մինչև սողանքը. 2— նույնը՝ սողանքից հետո. 3—սահեցման մակերևույթ. 4— ամրացած հողից պատ. 5— վերականգնված գետնի մակերևույթ. 6— սովորական տուն:

Рис. 1. Разрез массива армированной земли в Лез-Уше.

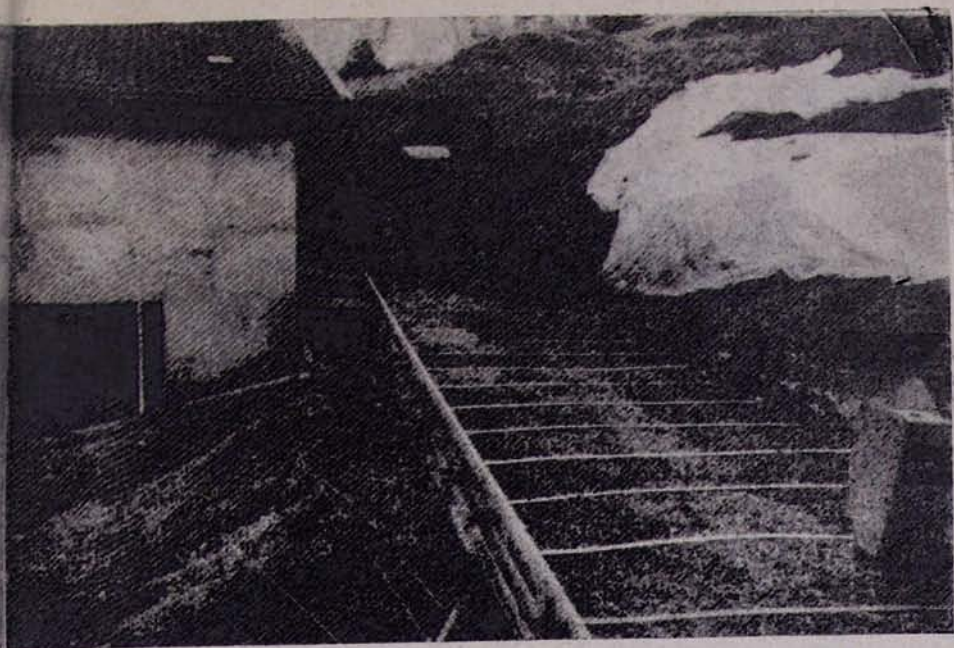
1—поверхность земли до оползня; 2—то же, после оползня; 3—поверхность скольжения; 4—стена из армированной земли; 5—восстановленная поверхность земли; 6—дом.

վող ամրաններն ընդհանրապես բաղկացած են ցինկապատ պողպատե շերտերից, ալյումինի համաձուլվածքներից, կամ արհեստական տեքստիլից (տերզալ):

Ամրացված հողի առավելությունները

Մետաղական թաղանթը կամ ուղղաձիգ բետոնե երեսապատն անհրաժեշտ են զանգվածի եզրին ամրանների երկու շերտերի միջև լիցքը պահելու համար: Մետաղական թաղանթը բավականին ձկուն է, որպեսզի առանց լրացուցիչ լարման առաջացման հետևի ամրացված հողի և ավելի խորը գտնվող հիմքի շերտերի դեֆորմացիաներին: Ծկունությունը տալիս է ամրացած հողին բացառիկ հնարավորություններ ինչպես հենման դեֆորմացիայի, այնպես էլ շնախատեսված դեֆորմացիաների (հարվածներ և երկրաշարժեր) դեպքում: Ծկունության պատճառով այդ եղանակը մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում անգամ այն դեպքում, երբ դրվում են էներգիայի ցրման կամ պահպանման խնդիրները՝ պայթյունի վտանգ, պայթյունիկ նյութերի և գործարանների պահեստների շուրջը պաշտպանական հողաթմբեր, նավերի բախումը առափնյա պատերին, ռազմական սարքերի պաշտպանական հողաթմբեր, անվտանգության սահանակներ ավտոճանապարհների եզրերին:

Իրական փորձերով հաստատված հաշվարկները ցույց տվեցին, որ 0,75 մ բարձրությամբ նման զանգվածը կարող է կլանել տասն անգամ ավելի շատ էներգիա, քան սովորական տիպի անվտանգության սահանակները: Հիմքի գրունտի վրա ազդող հենման լարումները լավ են բաշխված և պակաս են



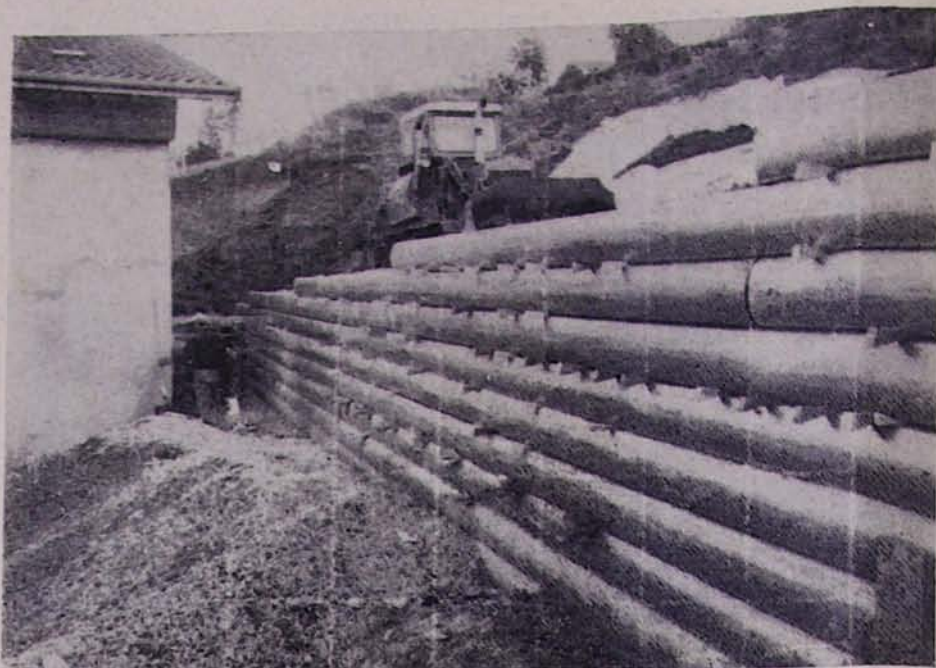
Նկ. 3. Ամրացված հողի ստորին զանգվածի կառավարման առաջին փուլը Սենտ ժոռիոյում (ֆոտո Ա. Գոբելի):

Рис. 3. Первая фаза сооружения нижнего массива в Сент-Жорьо (фото А. Гобелин)

գումը, հիդրոտեխնիկական կառույցները, լեռնային երկրներում ճանապարհների և ավտոճանապարհների հենարանային կառուցվածքները և սողանքների ամրացումը: Դունկերք նավահանգստի զանգվածները կառուցված են երկաթի հանքաքարի և կոքսի պահեստման համար: Այդ զանգվածները թույլ են տալիս մետաղական երեսապատի վերին ծայրին կրելու նշանակալի կետային բեռնվածք (1200 տ):

Տնտեսումն էլ ավելի մեծ է լինում, եթե հիմքի գրունտը ցածրորակ է: Ամրացված հողի օգտագործման դեպքում վերանում են այն ծախսերը, որոնք անհրաժեշտ են սովորական երկաթբետոնե կոշտ պատերի տակ իջուցիկ հորեր կամ ցեղ կառուցելու համար: Ամրացված հողի առավելություններից են քաղաքային վայրերում տեղակայման արագությունը և խուսափումը մեծածավալ սարքավորումների օգտագործումից:

Իրար հետ միացրած բետոնե սալիկներից բաղկացած երեսապատերը (Նկ. 4) թույլ են տալիս իրականացնել ճանապարհի ձևին ճշտորեն հետևող կորածև զանգվածներ: Սեպերը հանելուց հետո ստացված կարերի մոզակական հատկապես բարեձև է, այլուր հնարավոր է հասնել ավելի նշանակալի ճարտարապետական արդյունքի՝ կիրառելով սպիտակ ցեմենտ, կամ ռուստիկա (կոպտատաշ մակերես): Ամրացված հողի կիրառությունը թույլ է տալիս նեղացնել օտարման շերտերը ավտոճանապարհների վրա: Ամրացված հողը հավասարապես կարելի է օգտագործել մեծ տրամագծով թունելներում՝ ճանապարհներ, ջրանցքներ, կամ երկաթգծեր անցկացնելու համար: Կարերի համապատասխան կցումներով հասնում են երեսապատի անջրաթափանցման՝ կատարյալ պատնեշներ իրագործելու համար:



Նկ. 4. Ամրացված հողի ստորին զանգվածի խտացումը Սենտ ժորիայում (ֆոտո՝ Ա. Գոբելի)։
Рис. 4. Уплотнение нижнего массива армированной земли в Сент-Жорьо (фото А. Гобели)

Վերջին տարիների ընթացքում, ամրացված հողը ֆրանսիայում, ԱՄՆ-ում, Կանադայում և Ճապոնիայում ստացավ զգալի տարածում։ Այսպիսով, ամրացած հողի սկզբունքային առավելություններն են՝ կիրառման հեշտությունն ու արագությունը, օգտագործումը խոշոր զանգվածի ձևով, որը հնարավորություն է տալիս խուսափել գրունտի վրա ճնշման կենտրոնացումից, ճկունությունը, որը թույլ է տալիս ամրացած հողին առանց խախտվելու հարմարվել հիմքի շերտերին, որը շատ կարևոր է ճահիճների և մյուս թույլ գրունտների, ինչպես օրինակ՝ լճոնային քարաթափվածքների դեպքերում, և տնտեսումը։

Հետազոտություններ ամրացած հողի շուրջ

Հենց սկզբից ամրացած հողը դարձավ տարբեր հետազոտությունների և բաղմամբով լաբորատոր փորձերի առարկա։ Այդ ուսումնասիրությունները կատարվել են «Լա Տեր Արմե» ֆիրմայի և Փարիզի կամուրջների և ճանապարհների կենտրոնական լաբորատորիայում։ Հատուկ ուսումնասիրվում էր քայքայման մեխանիզմը երկշափանի մոդելների վրա։ Կատարվել են նաև հուսանցքային փորձեր ավազե նմուշների վրա, որոնք ամրացված էին բարակ ալյումինաթուղթ սկավառակներով։ Ստացված էին շատ հետաքրքիր արդյունքներ, որոնք, ինչպես հետևում էր տեսությունից, ցույց տվեցին, որ ամրացած հողը օժտված է կցումով։

Պրակտիկ գործածության օրինակներ։

Ստորև տրվում է ամրացված հողի կիրառության չորս օրինակ Ռոն-Ալ-

Արդիֆուլի զանգված: Կոն Մարսել երկաթգծի եզրին, Ռոնի աջ ափին, անհրաժեշտ էր ճանապարհը բարձրացնել 2,5 մետրով: Սովորական լուծումը երկաթբետոնե հենապատի միջոցով փոխարինվել է մեր առաջարկությամբ ամրացած հողի զանգվածով 3 մ բարձրությամբ և 106 մ երկարությամբ: Այդ կառույցը եղավ նվազ արժեքությամբ և շատ հեշտ էր իրականացնելու համար:

Զանգվածներ՝ բետոնե հավաքովի սալերով ժիլորի քաղաքային առաջնակարգ կառուցումների վերև գտալով: Ուղղաձիգ հարթկցման ժամանակ ամրացած հողը կիրառվել էր տարբեր շինհրապարակներում, որտեղ կառուցված էր 1600 բնակարան: Այսպես իրականացվել են 3 հենապատ 51, 105, 123 մ երկարությամբ:

МАССИВЫ АРМИРОВАННОЙ ЗЕМЛИ¹

Профессор, инженер-строитель мостов и дорог ГИ САНГЛЕРА²

Реферат. Описывается применение метода армированной земли для экономичного возведения устойчивых массивов из грунта. Отмечаются технические преимущества этого метода по сравнению с традиционными способами устройства насыпей. Приведены четыре примера применения метода во Франции.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРЕВОДАМ НА РУССКИЙ И АРМЯНСКИЙ ЯЗЫКИ

Я чрезвычайно польщен тем, что мой друг профессор Тер-Степанян любезно согласился перевести на русский и армянский языки статью об армированной земле, которую я опубликовал несколько лет назад в «Журнале центральной школы» в Лионе.

Я испытываю двойное удовольствие. С одной стороны, я убежден в том, что способ «армированной земли», французское изобретение моего друга Анри Видаля, представляет собой во многих случаях чрезвычайно полезный и экономичный метод. Как видно из статьи, я применял этот метод как при строительстве новых объектов, так и для борьбы с оползнями в Альпах.

Очевидно, что, как и всякий новый метод, он должен быть проверен опытом. Мне приятно сообщить русским и армянским читателям, что я недавно посетил массив Сент-Жорно, о котором упоминается в статье. Этот массив, сооруженный в 1970 г. с применением металлических оболочек, ведет себя после двенадцати лет работы в сложных условиях вполне удовлетворительно.

С другой стороны, я рад возможности нового контакта с русским и армянским читателями. Начиная с 1970 г. многие воспитанники Центральной школы закончили аспирантуру по механике грунтов либо в Москве, либо в Ленинграде, а советские читатели уже имели возможность познакомиться с переводами моих первых двух работ — «Пенетрометрия и исследование грунтов» (1971) и «Практический курс механики грунтов» (1981) на русский язык; последняя написана в сотрудничестве с моим другом, главным инспектором мостов и дорог Жаном Косте, ныне генеральным директором аэропорта в Париже.

Ги Санглера.

¹ Guy Sanglerat, Massifs de terre armée, Revue „Technica“, juillet-août-septembre, 1971, p. 1—8. Сокращенный перевод с французского проф. Г. И. Тер-Степаняна. См. также статью В. Тер-Минасяна «Армированная земля как материал для нового типа составных плотин» («Проблемы геомеханики», Ереван, 1976, № 7, с. 106—123).

² Профессор механики грунтов и оснований Центральной инженерной школы в Лионе, Франция.

Принцип метода армированной земли.

Армирование земли представляет собой новый прием³ возведения поддерживающих массивов с помощью податливого, тяжелого, сопротивляющегося и дешевого материала. Метод армированной земли изобретен и запатентован инженером-строителем дорог и мостов Анри Видалем (Vidal, 1966, 1969; Schlosser, Vidal, 1969).

Устройство поддерживающих массивов армированной земли чрезвычайно просто, для этого достаточно: установить на месте вертикальную облицовочную стенку либо из гибких металлических пластин (Лез Уш, рис. 1⁴, Сент Жоржо, рис. 2, 3 и 4, или Лез Абрикотье в Живоре) либо из сборных бетонных плит (первоочередная зона городской застройки Верн в Живоре), соединить элементы стенки на равных расстояниях арматурой, обычно металлической (рис. 3); с помощью бульдозера сделать насыпь из сыпучего материала, как песок или гравий, высотой 25 см (рис. 3).

При этом затрачиваются такие же средства и столько же времени, как и при сооружении обычной насыпи. Земля берется на месте, и требуется транспортирование лишь сборных элементов, которые составляют ничтожную долю веса сооружения. Сборные элементы изготавливаются заводским способом и легко собираются, что позволяет воздвигать разнообразные типы сооружений.

В качестве сыпучего материала для насыпи необходимо применять песок или гравий, которые должны удовлетворять следующим критериям: менее 15% фракции составляют частицы мельче 75 мкм; менее 25% — крупнее 100 мм; частицы крупнее 250 мм отсутствуют.

В процессе возведения массивы из армированной земли устойчивы, машины, необходимые для доставки гравия и его уплотнения, работают без затруднений, даже на краю вертикальной облицовочной стенки.

Сыпучая насыпь, соединенная с арматурой с помощью трения, создает связный материал, в котором независимые зерна, казалось бы, скреплены между собой; его преимущество заключается в свободной инфильтрации воды и устранении образования порового давления. Поэтому эти массивы в противоположность традиционным могут сопротивляться значительным растягивающим усилиям. Как и в железобетоне, сопротивление растяжению при желании можно увеличивать, меняя плотность и направление арматуры. Обычно применяется арматура, состоящая из полосок оцинкованной стали, алюминиевых сплавов или искусственного текстиля (тергал).

Преимущества армированной земли.

Металлическая оболочка или вертикальная бетонная облицовочная стенка необходимы для поддержания насыпи между двумя слоями арматуры у края массива. Металлическая оболочка достаточно гибка для того, чтобы следовать без возникновения в ней дополнительных усилий за всеми деформациями армированной земли и более глубоких слоев основания. Эта гибкость дает армированной земле исключительные преимущества как в случае опорных деформаций, так и в случае непредвиденных деформаций (удары, землетрясения). Благодаря ей этот прием представляет значительный интерес во всех тех случаях, когда выдвигаются задачи рассеяния энергии или защиты: опасность взрыва (предохранительные земляные валы вокруг заводов и складов взрывчатых веществ); удары судов о набережные; земляные валы для защиты военных установок; предохранительные салазки на автострадах.

Расчеты, подтвержденные натурными испытаниями, показали, что подобные массивы высотой 0,75 м могут поглотить в десять раз больше энергии, чем предохранительные салазки обычного типа. Опорные напряжения, действующие на грунт основания, распределены лучше и возрастают меньше; они определяются весом земли, соответствующим высоте сооружения.

Армированную землю удобно применять как на крупных строительствах, на которых земляные работы ведутся механическими методами (массивы в порту Дюнкера высотой до 15 м и длиной до 800 м), так и для небольших изолированных сооружений (дорога Абрикотье в Живоре, рис. 5).

Преимущества армированной земли перед железобетоном или шпунтовыми стенками увеличиваются с возрастанием высоты сооружений, так как уменьшается относительная стоимость оболочки. Применяя длинную арматуру, можно экономно решать проблемы устойчивости крупных объектов, например, оползней. Эта возможность вытекает из умеренной стоимости одного кубического метра уложенной арми-

³ Впервые метод армированной земли был применен в 1964 г. для «Электриста де Франс» в Праньере (Пириней). В 1967 г. была построена набережная стенка для прогулочных лодок в Гранд Мотт; затем в 1968 г. армирование земли использовали в Энкарвилле на автострате в Нормандии и в Жироде на автострате A53 Рокбрюн-Ментона.

⁴ Рисунки см. на стр. 59—63.

рованной земли, которая хотя в два-три раза выше стоимости кубического метра обычной насыпи, однако имеет огромное преимущество благодаря вертикальной облицовочной стенке.

Стена из армированной земли может быть построена заблаговременно и очень быстро, что сокращает до нескольких дней время, в течение которого котлованы остаются открытыми, и уменьшает риск оползания и несчастных случаев на горных склонах.

Большинство обычных подпорных сооружений может быть осуществлено в армированной земле более экономично, быстро и надежно. Поэтому необходимо освоиться с мыслью об «армированной земле» так же, как в прошлом освоились с понятиями «железобетон» или «преднапряжение». Армированная земля позволяет экономично решать различные задачи, как промышленное хранение сыпучих материалов или жидкостей, строительство портовых установок, городское благоустройство, возведение гидротехнических сооружений, подпорных сооружений для дорог и автострад в горных странах и стабилизация оползней. Массивы в порту Дюнкерка позволяют хранить железную руду и кокс, песя по верхнему краю металлической облицовочной стенки значительную подвижную точечную нагрузку (1200 т).

Экономия получается еще большей, если грунт основания невысокого качества. При применении армированной земли отпадают затраты на устройство колодцев или свай под традиционными железобетонными жесткими стенками. Преимуществом применения армированной земли в городских районах является быстрота монтажа и отсутствие громоздкого оборудования.

Облицовочные стенки, состоящие из сочлененных бетонных плит (рис. 4), позволяют сооружать криволинейные массивы, точно следующие за трассой дороги. Мозаика швов, получаемая после выбивания клиньев, особенно изящна; кроме того более заметный архитектурный эффект может быть достигнут применением белого цемента или рустики.

Армирование земли позволяет уменьшить полосы отчуждения насыпной автострადы. Армированная земля равным образом может применяться при прокладке туннелей большого диаметра—автодорожных, ирригационных и железнодорожных. При соответствующем заполнении швов может быть достигнута водонепроницаемость облицовочной стенки, и армированная земля может быть весьма эффективно использована при сооружении плотин.

В течение последних лет армированная земля получила значительное применение во Франции, а также в США, Канаде и Японии.

Таким образом, главными преимуществами армированной земли являются: быстрота и легкость применения; использование в виде больших массивов, что позволяет избежать концентрации давления на грунт основания; гибкость, позволяющая приспособиться без нарушения к грунту основания, что особенно важно в случае болот и других слабых грунтов, как например горные осипы, и экономичность.

Исследования армированной земли.

С самого начала армированная земля была предметом различных исследований и многочисленных лабораторных опытов, проводимых исследовательским бюро фирмы «Ла Терр Армэ» и Центральной лабораторией мостов и дорог в Париже. На двумерных моделях специально исследовался механизм разрушения, а также проводились трехосные испытания образцов песка, армированного тонкими дисками из алюминиевой бумаги. Были получены очень интересные результаты, как это следует из теории, показали, что армированная земля обладает сцеплением.

Практические примеры применения.

Ниже описываются четыре примера применения армированной земли в районе Рона—Альпы, три с использованием металлических оболочек (в Уше, в Сент-Жорю и на дороге Абрикотье в Живоре) и четвертый—сборных бетонных элементов в зоне первоочередной застройки Верн в Живоре.

Массив Уш. Был закреплен оползень, образовавшийся на склоне горы при создании площадки у здания Общества друзей природы в Уше (рис. 1). Оползень был остановлен массивом армированной земли высотой 5,5 м и длиной 50 м; работы были осуществлены в течение трех недель в декабре 1970 г.

Массив Сент-Жорю. Вследствие неправильной планировки при строительстве villas получился почти вертикальный откос высотой 6 м, что вызвало образование оползня после дождливого периода. Оползень нанес вред villas и угрожал устойчивости расположенной выше по склону территории (рис. 2). Это вызвало необходимость сооружения либо очень высокой железобетонной подпорной стены (более 6 м), что было бы незастетично и дорого, либо, по нашему предложению, двух массивов из армированной земли, одного высотой 4 м в нижней части оползня (рис. 2) и другого высотой 3 м у границы лежащего выше по склону участка, практически

ce de mes deux premiers ouvrage traduits en russe: „Le penetrometrie et la reconnaissance des sols“ en 1971 et „Cours pratique de mecanique des sols“ en 1981, ce dernier rédigé en collaboration avec mon ami Jean Costet, Inspecteur General des Ponts-et-Chaussées, actuellement Directeur Général de l'Aeroports de Paris.

G. SANGLERAT

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

- Schlosser F., Vidal H. 1969. La terre armée. Bull. de Liaison des Laboratoires Routiers des Ponts et Chaussées, no. 41.
- Vidal H. 1966. La terre armée, un matériau nouveau pour travaux public. Annales de l'Institut Technique de Bâtiment et des Travaux Publics, no. 224
- Vidal H. 1969. La terre armée. Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, no. 259—260.