

O'ZBEKISTON MILLIY STANDARTI

GEOSINTEZ - CHIDAMLILIKNI BAHOLASH BO'YICHA YO'RIQNOMA

(ISO/TS 13434:2020, IDT)

Rasmiy nashr

O'zbekiston standartlar instituti

Toshkent

So‘z boshi

1. O‘zbekiston standartlar instituti tomonidan QABUL QILISHGA TAQDIM ETILDI.
2. O‘zbekiston standartlar institutining 2024 yil 15-iyuldagi 37/XSt-sonli buyrug‘i bilan TASDIQLANDI VA AMALGA KIRITILDI.
3. Ushbu standart ISO/TS 13434:2020 “Geosynthetics — Guidelines for the assessment of durability” xalqaro standartiga aynan o‘xshash.
4. DASTLABKI AMALGA KIRITILISHI

Ushbu milliy standart va unga bo‘lgan o‘zgartishlarni O‘zbekiston hududida amalga kiritish haqidagi axborot Standartlashtirish bo‘yicha milliy organning rasmiy veb-saytlari va standartlarning yillik axborot ko‘rsatkichlarida qayd etiladi. Ushbu standartni qayta ko‘rib chiqish yoki bekor qilish haqidagi muvofiq axborot Standartlashtirish bo‘yicha milliy organning rasmiy veb-saytlari va standartlarning yillik axborot ko‘rsatkichlarida qayd etiladi.

Ushbu standartni O‘zbekiston Respublikasi hududida rasmiy chop etish mutlaq huquqi O‘zbekiston standartlar institutiga tegishli

MUNDARIJA

1	Qo‘llanish sohasi	
2	Standartlarga havolalar	
3	Atamalar, ta’riflar, belgilar va qisqartmalar	
3.1	Atamalar va tushunchalar	
3.2	Belgilar	
3.3	Qisqartirilgan elementlar	
4	Umumlashgan tartib	
4.1	Umumiy	
4.2	Mavjud va majburiy xususiyatlar	
4.2.1	Maqbullik sharti	
4.2.2	Vaqt o‘tishi bilan talab qilinadigan va mavjud xususiyatlarni ishlab chiqish	
4.3	Loyihalash muddati	
4.4	Xavfsizlik chegarasi	
4.5	Hayotining tugashi (funksiya)	
4.6	Uzoq muddatli tadqiqot	
5	Geosintezning tashkil etuvchilari	
5.1	Geosintetik qurilmalar turlari	
5.1.1	Polimerlarning chidamliligini hisobga olish	
5.1.2	Geotekstil	
5.1.3	Geosintetik to‘siqlar yoki polimer va bitumli geosintetik to‘siqlar	
5.1.4	GBR-C	
5.1.5	Geokartonlar (GBL)	
5.1.6	Geosintetik panjara	
5.1.7	Geonetlar	
5.1.8	Geotsellalar	
5.1.9	Geomatlar	
5.1.10	Geokompozitsiyalar	
5.1.11	Geofoaming	
5.1.12	Geofazollar	
5.2	Polimerlarning alohida turlari	
5.2.1	Umumiy	
5.2.2	Polipropilen (PP)	
5.2.3	Egiluvchan polipropilen (EPP)	
5.2.4	Polietilen (PE)	
5.2.5	Poliefirlar (ya’ni PET, PEN)	
5.2.6	Egiluvchan polivinilxlorid (PVC-P)	
5.2.7	Poliamidlar (PA)	
5.2.8	Etilenpropilendiyenmonomer (EPDM)	
5.2.9	Etilen interpolimer qotishmasi (EIA)	
5.2.10	Xlorlangan polietilen (XPE)	
5.2.11	Xlorsulfonatsiyalangan polietilen (XSPE)	
5.2.12	Bitum	
5.2.13	Aramid	
5.2.14	Polivinil spirt (PVAL)V	
5.2.15	Polistirol (PS)	
5.2.16	Polimer geosintetikaning tipik fizik xossalari	

5.3 Ishlab chiqarish jarayoni

- 5.3.1 Umumiy
- 5.3.2 Geotekstil
- 5.3.3 Geosintetik to‘siqlar
- 5.3.4 Geometrik panjaralar
- 5.3.5 Geonetlar
- 5.3.6 Geokompozitsiyalar
- 5.3.7 Geotsellalar
- 5.3.8 GBR-C

5.4 Qayta ishlangan va qayta ishlangan materiallar**5.4 Qayta ishlangan va qayta ishlangan materiallar**

- 5.5.1 Umumiy
- 5.5.2 Antioksidantlar
- 5.5.3 Kislotali chiqindilar
- 5.5.4 Metall ionlari uchun dezaktivatorlar
- 5.5.5 UB stabilizatorlar
- 5.5.6 Plastifikatorlar
- 5.5.7 Moylash materiallari
- 5.5.8 Mineral to‘ldiruvchilar
- 5.5.9 Skrimlar

6 Degradatsiyaga olib kelishi mumkin bo‘lgan ekologik omillar

- 6.1 Yer usti muhiti
- 6.2 Yer osti muhiti
- 6.3 Geosintetik qurilmaga kimyoviy va biologik ta’sirlar
 - 6.3.1 Umumiy
 - 6.3.2 PET va PA gidrolizi
 - 6.3.3 PE va PPni oksidlash
 - 6.3.4 Biokimyoviy hujum
 - 6.3.5 Boshqa geosintetik to‘siqlarga kimyoviy ta’sirlar.
- 6.4 Yuklama va mexanik shikastlanishning ta’siri
 - 6.4.1 Cho‘zilish kuchi: sudralish va sudralish-uzilish
 - 6.4.2 Cho‘zilish yukining atrof-muhit ta’siri bilan sinergiyasi (atrof-muhit kuchlanishi kre-kingi)
 - 6.4.3 Mexanik yuklamaning nurash va oksidlanish jarayonlariga ta’siri
 - 6.4.4 O‘rnatish paytida yuklanish: Mexanik shikastlanish
 - 6.4.5 Normal bosim: siqilish va singish
 - 6.4.6 Ishqalanish va dinamik yuklanish

7 Geosintezning chidamliligini isbotlash

- 7.1 Tarixiy rivojlanish
- 7.2 Tuproqdan olingan geosintetikadan chidamlilikning empirik dalillari.
 - 7.2.1 Geotekstil
 - 7.2.2 Geosintetik to‘siqlar
 - 7.2.3 Geogridlar
- 7.3 Xulosa

8 Yashovchanlikni baholash tartibi

- 8.1 Umumiy
 - 8.1.1 Tekshirish zaruriyati

- 8.1.2 Umr bo‘yi indeks testlari uchun testlash konsepsiyalari
- 8.1.3 Chidamlilikni baholash qamrovi
- 8.2 Jarayon
 - 8.2.1 Material
 - 8.2.2 Funksiyasi va qo‘llanilishi
 - 8.2.3 Atrof-muhit
 - 8.2.4 Degradatsiya mexanizmi
 - 8.2.5 Loyihalash muddati
 - 8.2.6 "Umr tugashi" mezoni
- 8.3 Saqlash va o‘rnatish paytida degradatsiya
 - 8.3.1 Ob-havo
 - 8.3.2 Mexanik shikastlanish
- 8.4 Qisqa, o‘rta va uzoq muddatli dasturlar.
- 8.5 Uzoq muddatli chidamlilikni baholash
 - 8.5.1 Umumiy
 - 8.5.2 Xizmatdan olingan dalillar
 - 8.5.3 Tezlashtirilgan test
- 8.6 Chidamlilikni bashorat qilish
 - 8.6.1 Yashovchanlik to‘g‘risida bayonnoma
 - 8.6.2 Ishonchlilik darajasi
- 8.7 Kelgusi tekshiruvni rejalashtirish

Bibliografiya ma’lumot

O‘ZBEKISTON MILLIY STANDARTI

**GEOSINTEZ - CHIDAMLILIKNI BAHOLASH BO‘YICHA
YO‘RIQNOMA**

**ГЕОСИНТЕЗ – РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ
УСТОЙЧИВОСТИ**

**GEOSYNTHETICS — GUIDELINES FOR THE ASSESSMENT OF
DURABILITY**

Amalga kiritish sanasi 15.09.2024 y.

1 Qo‘llanish doirasi

Ushbu milliy standart geosintezning chidamliligini baholash bo‘yicha ko‘rsatmalar berilgan bo‘lib, uning obyekti sifatida loyihalash muhandisiga geosintetikning kutilayotgan loyihaviy xizmat muddatiga ishonch bilan erishish mumkinligini ta‘minlash uchun odatda nomoddiy xususiyatlarning o‘zgarishi yoki xavfsizlikning qisman omillari sifatida belgilangan zarur ma‘lumotlarni taqdim etish belgilangan.

Ushbu milliy standart tabiiy tolalar asosidagi eroziyani nazorat qilish matosi kabi cheklangan vaqt davomida saqlanib qolishi uchun mo‘ljallangan mahsulotlarga nisbatan tatbiq etilmaydi.

Ushbu milliy standart butun geotexnik inshootning chidamliligiga emas, balki geosintezning chidamliligiga tegishli

Izoh: Tuproqni mustahkamlashda qo‘llash uchun tiklanish koeffitsiyentlarini hisoblash ISO/TR 20432 da keltirilgan.

2 Standartlarga havolalar

Ushbu milliy standart matnda shunday murojaat qilinadiki, ularning bir qismi yoki barchasi mazkur hujjat talablarini tashkil etadi. Sanaga oid ma‘lumotlar uchun faqat keltirilgan nashr qo‘llaniladi. To‘liq havolalar, havola qilingan hujjatning oxirgi nashri (har qanday tuzatishlar bilan birga) amal qiladi

ISO 10318-1, Geosintez - 1-qism: atamalar va ta‘riflar

ISO 13431, Geotekstillar va geotekstil bilan bog‘liq mahsulotlar - Cho‘zilish va siljishning uzilish xususiyatlarini aniqlash

ISO 13438:2018, Geosintetika - geotekstillar va geotekstil bilan bog‘liq mahsulotlarning oksidlanishga chidamliligini aniqlash uchun skrining sinov usuli

Izoh – Ushbu milliy standartdan foydalanishda havola qilinayotgan standartlarni O‘zbekiston hududida amal qilishini joriy yilning 1 yanvar holati bo‘yicha tuzilgan muvofiq standartlar ko‘rsatkichi (tasniflagichi) bo‘yicha hamda joriy yilda chor etilgan axborot ko‘rsatkichlari bo‘yicha tekshirish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Agarda havola qilinayotgan standart almashtirilgan (o‘zgartirilgan) bo‘lsa, unda ushbu milliy standartdan foydalanish chog‘ida almashtirilgan (o‘zgartirilgan) standartga amal qilishi kerak. Agarda havola qiligayotgan standart almashtirilmagan bekor qilingan bo‘lsa, unga havola qilingan qoida ushbu havolaga dahldor bo‘lmagan qismida qo‘llaniladi.

3 Atamalar, ta'riflar, belgilar va qisqartmalar

3.1 Atamalar va tushunchalar

Ushbu milliy standartning maqsadlari uchun ISO 10318-1 da keltirilgan atamalar va ta'riflar qo'llaniladi.

ISO va IEC standartlashtirishda foydalanish uchun quyidagi manzillarda terminologik ma'lumotlar bazalarini yuritadi:

- ISO Onlayn brauzer platformasidan foydalanish mumkin: <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia sahifasida mavjud: <http://www.electropedia.org/>

3.2 Belgilar

A Degradatsiya darajasi

A_0 Arrenius tenglamasida o'zgarma

d_{50} 50% tuproq gradatsiyasi

E aktivatsiya energiyasi

M_n O'rtacha molekulyar massa

M_w O'rtacha molekulyar og'irlik

R Universal gaz konstantasi (8,314 J/mol·K)

t_g Shishadan o'tish harorati

T Absolyut harorat

3.3 Qisqartirilgan elementlar

CMD kross-mashina yo'nalishi

CPE xlorli polietilen

CSPE xlorosulfonatsiyalangan polietilen

DSC differensial skanerlash kalorimetriyasi

EIA etilen interpolimer qotishmasi

ENB etiliden norbornen

EPDM etilen propilen diyen monomeri

EPS kengaytirilgan polistirol

ESC atrof-muhit stressi krekingi

fPP egiluvchan polipropilen

GBR-B bitumli geosintetik to'siq

GBR-C geosintetik gilli to'siq

GBR-P polimerli geosintetik to'siq

HALS aminli yorug'lik stabilizatorlariga to'sqinlik qiladi

PE-HD yuqori zichlikdagi polietilen

HP-OIT yuqori bosimli oksidlanish induksiyasi vaqti

KEE keton etilen efiri

PE-LLD chiziqli past zichlikdagi polietilen

MB modifikatsiyalangan bitum

MD-mashina yo'nalishi

OIT oksidlanish induksiyasi vaqti

PA poliamid

PCM iste'moldan keyingi material

PE polietilen

PEN polietilen naftalat

PET polietilen tereftalat

PIM postindustrial material

PP polipropilen

PS polistirol

PVAL polivinil spirit

PVC-P egiluvchan polivinilxlorid

RPP bilan kuchaytirilgan polipropilen

RWM qayta ishlangan material

SBS stirol-butadiyen-stirol
 S-OIT Standart usulda o'lgangan oksidlanish induksiyasi vaqti
 XPS ekstrudirlangan polistirol
 UB ultrabinafsha

4 Umumlashgan tartib

4.1 Umumiy

Qurilish konstruksiyalarida geosintetik qo'llanganda, u minimal kutilgan vaqt ichida ma'lum bir funksiyani bajarish uchun mo'ljallangan bo'lib, u loyiha muddati deb ataladi. Geosintetik - bu komponentlarning hech bo'lmaganda bittasi sintetik yoki tabiiy polimerdan tayyorlangan, tuproq va/yoki boshqa materiallar bilan kontaktida geotexnika va qurilish sohasida qo'llaniladigan taxta, tasma yoki uch o'lchamli tuzilma ko'rinishida bo'lgan mahsulotni tavsiflovchi umumiy termindir. Geosintetik mahsulotlar tarkibiga geotextil, geosintetik to'siqlar (polimer, bitum va geosintetik gil qoplamalar), geogridlar, geonetkalar, geotsellyulalar, geostriplar, geomatlar, geoblanketalar, geokompozitlar va geospakerlar kiradi. ISO 10318-1 da belgilangan sakkizta funksiya to'siq funksiyasi, drenajlash, filtrlash, himoya qilish, mustahkamlash, ajratish, barqarorlashtirish, asfalt qoplamasi uchun kuchlanishlarni kamaytirish va sirt eroziyasini nazorat qilishdir. Har bir funksiya geosintetikning bir xossasidan foydalanadi, masalan, geotekstil uchun cho'zilish kuchi yoki suv o'tkazuvchanligi va geosintetik to'siq uchun suyuqliklarga chidamliligi. Bular funksional xususiyatlar deb ataladi.

Geosintez yordamida inshootlarning chidamliligini baholash vaqtning funksional xususiyatlariga ta'sirini o'rganishni talab qiladi. Geosintetikning fizik tuzilishi, ishlatiladigan polimerning tabiati, ishlab chiqarish jarayoni, fizik va kimyoviy muhit, saqlash va o'rnatish sharoitlari va geosintetik tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan yuklama - bularning barchasi chidamlilikni tartibga soluvchi parametrlardir. Asosiy vazifa loyihaning butun umri davomida funksional xususiyatlarning evolyutsiyasini tushunish va baholashdan iborat. Ushbu muammo tuproq muhitida mavjud bo'lgan ko'plab parametrlarning kombinatsiyasi va o'zaro ta'siri va yaxshi hujjatlashtirilgan tajribaning yo'qligi tufayli juda murakkabdir.

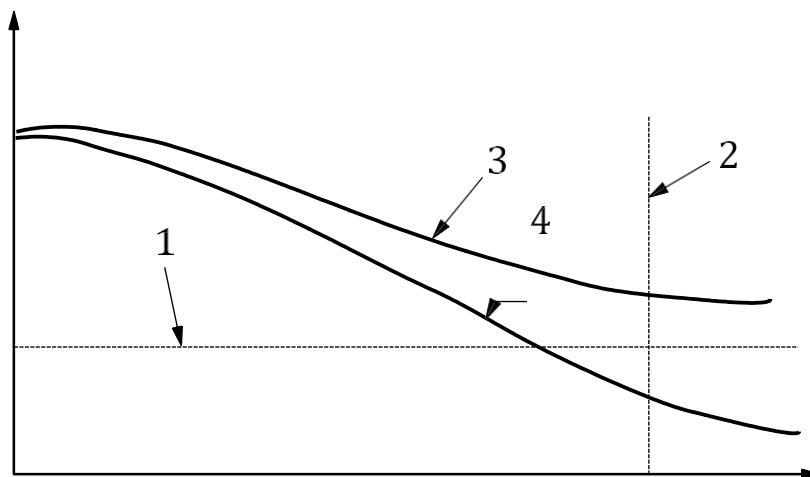
Geosintetiklarning aksariyati, to'g'ri ishlov berilgan va barqarorlashtirilganda, normal tuproq muhitida va normal dizayllilar uchun uchraydigan toksik va mikrobiologik hujumlarga nisbatan chidamli hisoblanadi. Bunday ilovalar uchun faqat minimal miqdordagi skrining yoki indeks testlari talab qilinishi mumkin. Qattiqroq sharoitlarda, masalan, ohak yoki sement bilan ishlov berilgan tuproq, chiqindi poligonlari yoki sanoat chiqindilari konteynerlari yoki ayniqsa uzoq muddatli loyiha muddati bo'lgan ilovalar uchun maxsus sinovlar talab qilinishi mumkin, shu jumladan "ishlash" sinovlari, saytga xos parametrlar bilan.

4.2 Mavjud va majburiy xususiyatlar

4.2.1 Maqbullik sharti

Geosintetik o'z vazifasi uchun muhim bo'lgan bir yoki bir nechta funksional xususiyatlarga ega bo'ladi, masalan, cho'zilish kuchi yoki o'tkazuvchanlik. U holda ushbu funksional xususiyatning mavjud va talab qilinadigan qiymatlari o'rtasida farq qilish kerak bo'ladi. Mavjud xususiyat geosintetik tomonidan taqdim etilgan xususiyatdir. Kerakli xususiyat geosintetik o'z vazifasini bajarishi uchun zarur bo'lgan minimal darajadir.

Mavjud xususiyat vaqt o'tishi bilan materialning degradatsiyasi tufayli o'zgarishi kutilmoqda, bu 1-rasmda ko'rsatilgan. Zaruriy shart shundan iboratki, loyihalashning ishlash muddatida (1-rasmdagi 2-band) mavjud xususiyat talab etilgan xususiyatdan oshib ketadi, bu oddiylik uchun vaqt bo'yicha doimiy bo'lib qoladi (1-band). Bu shart birinchi shartlar to'plamida (3-band) bajarilgan va ikkinchi shartlar to'plamida (4-band) bajarilmagan. Shuning uchun ular mos ravishda maqbul va nomaqbul deb hisoblanadi.



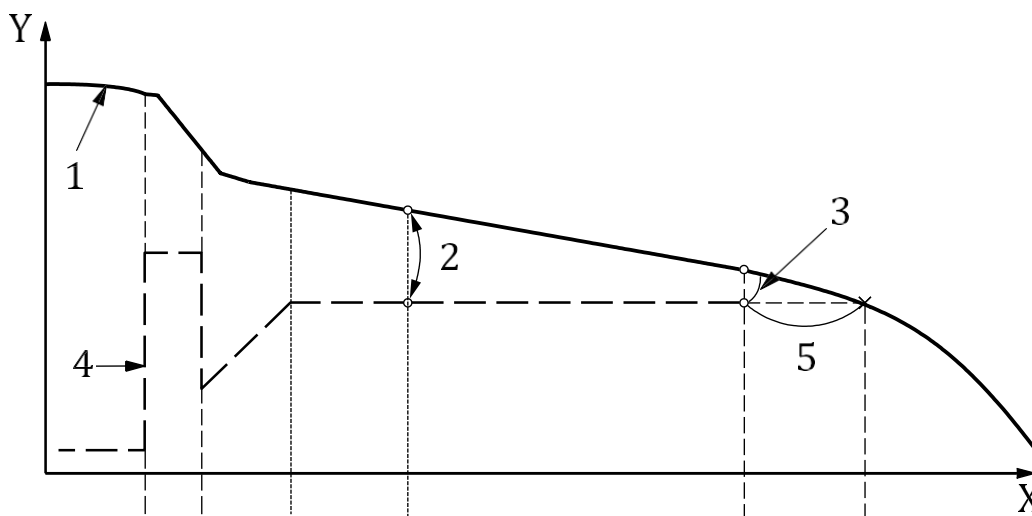
Kalit

- X Vaqt
 Y geosintetikning dastlabki qiymatga nisbatan foizda ifodalangan xususiyati
 1 talab qilinadigan xususiyatning minimal maqbul darajasi
 2 loyihalash muddati
 3 birinchi shartlar to'plamida mavjud bo'lgan mulk (maqbul)
 4 ikkinchi shartlar to'plamida mavjud bo'lgan mulk (qabul qilinmaydi)

1-rasm - Mavjud va talab qilinadigan xossalar vaqtga bog'liq holda ikki xil shart-sharoitlar to'plamida, birinchisi maqbul va ikkinchisi nomaqbul

4.2.2 Vaqt o'tishi bilan talab qilinadigan va mavjud xususiyatlarni ishlab chiqish

Amaliyotda mavjud mulk ham, talab qilinadigan mulk ham mahsulotni ishlab chiqarish va loyiha muddati o'rtasida sodir bo'ladigan ketma-ket voqealarga qarab farq qilishi mumkin. 2-rasmda sxematik misol keltirilgan.



Kalit

X	Vaqt
Y	geosintetikning dastlabki qiymatga nisbatan foizda ifodalangan xususiyati
1	mavjud mulk
2	oraliq vaqtdagi talab qilinadigan va mavjud mulk o'rtasidagi farq
3	loyihalash muddatida xavfsizlik chegarasi
4	zaruriy mulk
5	loyiha muddati va ishdan chiqish vaqti o'rtasidagi xavfsizlik chegarasi
6	o'rnatishdan oldingi davomiylilik (saqlash va tashish)
7	o'rnatish va qoplash davomiyligi
8	qurilishning davomiyligi
9	normal foydalanishdagi oraliq vaqt
10	loyiha muddati
11	ishdan chiqish vaqti

2-rasm - Saqlash va tashish, qurilish, qayta to'ldirish va foydalanish paytida geosintetikning mavjud va talab qilinadigan xususiyatlari.

Yangi geosintetik ma'lum bir o'lchov standarti bilan belgilangan dastlabki yoki qisqa muddatli mavjud xususiyatni namoyish etadi. Sifatni nazorat qilish va sifatni ta'minlash darajasiga qarab, boshlang'ich mulkdagi o'zgarishlarni qoplash uchun kamaytirish koeffitsiyentini qo'llash mumkin.

Mavjud xususiyat 2-rasmda 1-chiziq sifatida ko'rsatilgan. Saqlash va tashish paytida (2-rasmdagi 6-davr) bu xususiyat ob-havo ta'sirida o'zgarishi mumkin, o'rnatish (7-davr) va keyinchalik qurish (8-davr) paytida esa mexanik shikastlanishlarga uchrashi mumkin. O'rnatish paytida yuzaga keladigan mexanik shikastlanish darajasi geosintetik, geosintetik bilan aloqada bo'lgan materiallarning tabiatiga, ishlatiladigan uskunalarga va ishlov berish jamoasi tomonidan ko'rsatiladigan parvarishga bog'liq (qarang: 6.4.4). Polimer-geosintetik to'siqlar uchun ishlab chiqarish jarayoni va payvandlash parametrlari o'rnatish paytida darhol degradatsiyaga olib kelmashi mumkin, lekin materialda qoldiq kuchlanishlarni keltirib chiqarishi mumkin, bu esa stress-yoriq hodisasini keltirib chiqaradi va keyinchalik yanada tezroq degradatsiyaga olib ketiladi.

Qayta to'ldirilgandan so'ng (8-davr) materialning ishlash muddati boshlanadi. Foydalanish muddati davomida geosintetik tuproq, uning tashkil etuvchilari va uning havo, suv va organik tarkibi tufayli kimyoviy, biologik yoki fizik ta'sirlarga duchor bo'ladi, buning natijasida loyihalashtirilgan resursga yetguncha mavjud xususiyat asta-sekin kamayadi (2-rasmdagi 10-band). Agar geosintetik loyiha muddati tugagandan keyin ham o'z o'rnida qolsa, mavjud mulk yanada kamayadi.

Talab qilinayotgan xususiyat 2-rasmda 4-chiziq ko'rinishida keltirilgan. Saqlash va tashish paytida (2-rasmdagi 6-davr) minimal talab qilinadigan xususiyat, odatda, ishlash yuklariga qarshilik ko'rsatish uchun kuch talab qilinadi. O'rnatish va zichlash (7-davr) loyihaviy resursning qolgan qismida talab qilinganidan yuqori kuch talab qilishi mumkin. Keyingi qurilish davrida (8-davr) yuklanish past darajadan oshib, talab etilgan mustahkamlikni oshiradi. Oxir-oqibat ishlatilganda, kerakli xususiyat doimiy qoladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, mavjud xususiyat cheklovlar darajasi yoki qo'llanilgan yuklama tufayli kamayishi mumkin: qo'llanilgan kuchlanish qanchalik katta bo'lsa, buzilish vaqti shunchalik qisqa bo'ladi. Bu, ayniqsa, 6.4, xususan, 6.4.1 da tasvirlangan muhim hodisadir. Shunday qilib, talab qilinayotgan mulk va mavjud mulk o'rtasida o'zaro ta'sir bo'lishi mumkin. Grafikda ikkita egri chiziq mavjudligi bilan ko'rsatilganidek, absolyut mavjud xossa egri chizig'i yo'q.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, bir nechta funksional xossalarni mavjud bo'lishi mumkin. Masalan, filtr yoki separator o'rnatish va qurilishda omon qolish uchun minimal talab qilinadigan kuchga ega bo'ladi, ishlamay turib esa o'tkazuvchanlik yoki teshik o'lchami talab qilinadigan xususiyat bo'ladi. Yuqoridagi tahlil ikkala xususiyat uchun ham amalga oshirilishi kerak.

Xususiyat egri chiziqlarini baholash uchun sinov usullari va baholash usullari keyingi kichik bandlarda taqdim etilgan va muhokama qilingan. Indeks test usullari davomiylikning minimal darajasini ta'minlashga mo'ljallangan bo'lib, kompleks baholash tartib-taomilini tashkil etmaydi. Kerak bo'lganda, xizmat ko'rsatish sharoitlari bilan chambarchas bog'liq bo'lgan keyingi ishlash sinovlarini o'tkazish kerak bo'ladi. Ushbu sinovlar, shuningdek, bir xil mahsulot bir necha yil davomida o'xshash muhitda ishlatilgan saytlardan olingan namunalarni o'rganishni o'z ichiga olishi mumkin. ISO 13437-da belgilangan protseduralar ishlab chiqilgan. Muhandislikning boshqa sohalarida bo'lgani kabi, geosintezning chidamliligiga ishonch texnologiya yetilishi va uzoq muddatli xizmat tajribasi natijalari to'planishi bilan rivojlanadi.

4.3 Loyihalash muddati

Loyihalash muddati vaqt o'qida ko'rsatilgan (1-rasmdagi 2-band, 2-rasmdagi 10-band). U buyurtmachi tomonidan belgilanadi (yoki loyiha kodi) va loyiha bosqichida hal qilinadi. Kodlar odatda tuzilmaning qisqa muddatli foydalanish (odatda bir necha yil va besh yildan oshmagan), vaqtinchalik foydalanish (odatda 25 yildan kam) yoki doimiy foydalanish (25 yildan ortiq va odatda 50 yildan 100 yilgacha) uchun mo'ljallanganligiga qarab bir nechta belgilangan muddatlarni taklif qiladi. Ushbu davomiylikka inshootning tabiati, ekologik xavf va ishdan chiqish oqibatlarini ta'sir qilishi mumkin (masalan: devor uchun 70 yil, tayanch uchun 100 yil va chiqindi poligonlari uchun 100 yildan ortiq). Ko'pgina geosintetiklar doimiy tuzilishga ega bo'lsa-da, vaqtinchalik funktsiyaga ega; masalan, zaif tuproq ustidagi ko'tarma ko'tarma cho'kmaguncha geotekstil yoki geogridni mustahkamlashni talab qilishi mumkin.

4.4 Xavfsizlik chegarasi

Loyihalashning kutilgan muddati oxirida loyiha xavfsizlikning ma'lum chegarasini ta'minlashi kerak (odatda, kodlarda ham ko'rsatiladi), shundayki, buzilish (2-rasmdagi 11-band) loyihalash muddatidan ancha uzoqda bo'lishi mumkin (10-band). 3-band, prognoz qilinayotgan mavjud mulk va prognoz qilinayotgan majburiy mulk o'rtasidagi farq, ushbu komponent uchun xavfsizlik chegarasini ifodalaydi. Bu nisbat sifatida ifodalanishi mumkin. Nisbat, shuningdek, geosintetikni loyihalash muddati tugaganidan keyin xizmatda qoldirilishi kerak bo'lsa, uning ishlash muddati tugashigacha bo'lgan vaqt bilan ifodalanishi mumkin (5-band). Xavfsizlikning ushbu ikki tushunchasi, loyihalashtirilgan xizmat muddatidagi talab qilinadigan va mavjud mulkning nisbati va bashorat qilingan xizmat muddatining loyihalashtirilgan xizmat muddatiga nisbati birgalikda ko'rib chiqilishi kerak, chunki ular birgalikda mavjud bo'lgan haqiqiy xavfsizlik darajasi haqida yaxshiroq tasavvur beradi.

Tuproqlarni mustahkamlash uchun qo'llash uchun tiklanish koeffitsiyentlarini hisoblash ISO/TR 20432 da tasvirlangan.

4.5 Hayotining tugashi (funksiya)

Hayotining tugashi - bu vaqt o'qidagi mavjud xususiyat egri chizig'i talab qilingan xususiyat egri chizig'iga javob beradigan nuqta (2-rasmdagi 11-band). Bu nuqtada mahsulot o'z funksiyasini bajarmasligi taxmin qilinadi. Agar kutilayotgan yuklamalar ortiqcha baholansa yoki ular barcha maksimal qiymatlarga erishmagan degradatsiya mexanizmlarining kombinatsiyasini nazarda tutsa, qoldiq xizmat qolishi mumkin. Qanday bo'lmasin, grafikdagi ushbu nuqtadan tashqarida funktsiyaning tugashi yoki ishdan chiqish ehtimoli yuqori.

4.6 Uzoq muddatli tadqiqot

Geosintetik qurilmadan foydalangan holda inshootning konstruktiv va chidamliligini quyidagicha umumlashtirish mumkin:

- geosintetikning funksiyasini (funksiyalarini) aniqlash;
- qo'llash bilan belgilangan cheklovlarni (ekologik, fizik, kimyoviy) inventarizatsiya qilish;
- geosintetikning loyihaviy ishlash muddatini aniqlash;
- geosintetikning talab qilinadigan xususiyatlarini (masalan, mustahkamlik, o'tkazuvchanlik, o'tkazuvchanlik, chok butunligi) miqdoriy aniqlash;
- geosintetik xususiyatlarni aniqlash;

- loyihalash muddatining oxirida mavjud bo'lgan taxminiy xususiyatlarning talab qilingan xususiyatlardan ortiqchiligiga ishonch hosil qilish.

5 Geosintezning tashkil etuvchilari

5.1 Geosintetik qurilmalar turlari

5.1.1 Polimerlarning chidamliligini hisobga olish

Polimer geosintetikning chidamliligi uning tayyorlanadigan birligi og'irligiga, formulasiga, u bilan qo'shiladigan har qanday qo'shimchalar va to'ldirgichlarga, polimer mikrostrukturasi, geotekstil uchun tola geometriyasi va matoning joylashuviga, geosintetik to'siqlarning birligi og'irligiga va qalinligiga, birikma va o'tishlarning sifatiga bog'liq. Geosintetik uzoq muddatli foydalanish uchun yaroqli bo'lsa, kimyoviy va biologik chidamli bo'lishi kerak.

Geosintetikani ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan polimerlar odatda amorf yoki yarim kristalli bo'lishi mumkin bo'lgan termoplastik materiallardir. Amorf polimer tasodifiy o'ralgan tuzilishga ega bo'lib, shisha o'tish harorati, t_g da, shisha o'tish haroratidan past bo'lgan yuklarga qattiq, shishasimon, mo'rt javobdan t_g dan yuqori elastik, rezina javobga sezilarli o'zgarishga uchraydi. Geotekstilda ishlatiladigan polimerlarning aksariyati yarim kristalli, ya'ni amorf material bilan almashinib turadigan kichik, ozmi-ko'pmi oriyentatsiyalangan kristallitlarni o'z ichiga oladi. Xulq-atvorning o'zgarishi faqat amorf qismlarga ta'sir qilganligi sababli, yarim kristalli polimer uchun shishadan o'tish kamroq kuzatiladi.

Biroq, yuqori haroratda kristallitlar eriydi, bu esa xossalarning keskin o'zgarishiga olib keladi. Geosintezda eng ko'p ishlatiladigan polimerlar uchun t_g va erish haroratining qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan. Infuzion muhandislik sohalarida, poliefirlar t_g dan pastda, polipropilen va polietilen esa t_g dan yuqorida ishlatiladi. Laboratoriya sinovlarining har qanday tezlanishiga yo'l qo'ymaslik kerak, masalan, t_g yoki agar buning iloji bo'lmasa, tegishli xavfsizlik omili qo'llanilishi kerak.

Polimerlarni, masalan, lentalar, tolalar yoki iplarni shakllantirish uchun mexanik chizish oriyentatsiyaning oshishiga olib keladi, bu esa yuqori cho'zilish xususiyatlariga, mustahkamlikning yaxshilanishiga va shisha o'tish haroratida changesinning xususiyatlarining pasayishiga olib keladi. Molekularlar yo'nalgan sari tolalar kuchliroq bo'ladi. Kristallitlar saqlanib qoladi va ingeo-to'qimachilikda ishlatiladigan tolalar yoki ekstrudirlangan geogridlarning qovurg'alari uchun zarur bo'lgan fizik xususiyatlarni hosil qilish uchun kristall sohalar va amorf sohalar nisbati to'g'ri muvozanatlangan bo'lishi kerak (5.1.5-ga qarang). Oriyentatsiyaning ortishi va u bilan bog'liq yuqori zichlik atrof-muhitga yuqori chidamlilikka olib keladi. Chidamlilikni baholashda mahsulotning xizmat qilish muddati davomida ushbu morfologiyadagi har qanday o'zgarish ehtimolligi va bunday o'zgarish xususiyatlarning sezilarli o'zgarishiga olib kelishi hisobga olinishi kerak. Bunday o'zgarishlarni o'lchashda termik tahlil usullari foydali ekanligini isbotladi.

Har qanday polimer, u amorf yoki yarim kristalli bo'ladimi, har biri ko'plab kimyoviy birliklarni o'z ichiga olgan uzun zanjirli molekulalardan (makromolekulalardan) iborat. Har bir birlik bitta yoki moremonomerlardan iborat bo'lishi mumkin, ularning soni polimer zanjirining uzunligini va hosil bo'lgan molekulyar massasini belgilaydi. Monomerlarning tarqalish xarakteri va soni polimer zanjirining uzunligi va tuzilishini belgilaydi. Ushbu omillar cho'zilishga mustahkamlik va modulus, zarba kuchi, egiluvchanlik va issiqlikka chidamlilik kabi fizik xususiyatlarga, shuningdek, chidamlilik xususiyatlariga ta'sir qilishi mumkin. Shuningdek, plastmassalarning mexanik va fizik xususiyatlariga zanjir ichidagi va zanjirlararo bog'lanishlar, zanjirning tarmoqlanishi va kristallik darajasi ta'sir qiladi.

Shuningdek, plastmassalarning mexanik va fizik xususiyatlariga zanjir ichidagi va zanjirlararo bog'lanishlar, zanjirning tarmoqlanishi va kristallik darajasi ta'sir qiladi. Qo'rg'oshin kristallik darajasining oshishi bevosita qattiqlik va chiqish yoki uzilish kuchi, qattiqlik va yumshash haroratining oshishiga, suyuqlikning o'tkazuvchanligi va gaz diffuziyasining pasayishiga olib keladi.

Barcha geosintetiklarning chidamliligiga tola yoki qovurg'a diametri yoki sirt-hajm nisbati ta'sir qiladi. Oksidlanish va ultrabinafsha ta'siriga chidamlilik odatda tola yoki qovurg'a diametri

yoki qalinligiga bog'liq, chunki oksidlovchi/fotooksidlovchi reaksiyalarning tezligi ko'pincha kislorodning diffuziya tezligi bilan cheklangan, ayniqsa yuqori sinov haroratlarida. Qo'shimchalarni bug'latish va ajratib olish ham sirt-hajm nisbatiga teskari bog'liq. Tegishli testlash tartib-taomillarini loyihalashda va o'rnatilgan testlash natijalarini hisobga olishda ushbu omillarni hisobga olish kerak. Sinov usulini tanlashda kislorod bilan ta'minlanganlik to'g'ri modellashtirilganligini ta'minlash kerak. Juda yuqori haroratda sinash natijasida polimer morfologiyasining o'zgarishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Qo'shimchalar va to'ldiruvchilarning tabiati va sifati ularning chidamliligiga ta'sir qiladi.

5.1.2 Geotekstil

Geotekstil - bu tekis, o'tkazuvchan, polimer (sintetik yoki tabiiy) to'qimachilik materiali bo'lib, u to'qilgan, trikotaj yoki noto'qilgan bo'lishi mumkin. Asosiy foydalaniladigan materiallar polipropilen (PP), poliefir (PET) va polietilen (PE) hisoblanadi.

5.1.3 Geosintetik to'siqlar yoki polimer va bitumli geosintetik to'siqlar

Geosintetik to'siq - tekis, nisbatan o'tkazuvchan bo'lmagan, polimer (sintetik yoki tabiiy) (GBR-P) orbitoidli (GBR-B) qatlam. Geosintetik to'siqlarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan polimerlar, odatda, termoplastik materiallar, elastomer materiallar va modifikatsiyalangan bitum materiallaridan iborat. Ishlatilgan materiallar yuqori zichlikdagi polietilen (PE-HD), chiziqli past zichlikdagi polietilen (PE-LLD), egiluvchan polivinilxlorid (PVC-P), egiluvchan polipropilen (fPP), etilenpropilen diyen monomer (EPDM), etileninterpolimer qotishmasi (EIA), xlorlangan polietilen (CPE), xlorsulfonatsiyalangan polietilen (CSPE) va boshqa elastomer materiallar hisoblanadi.

5.1.4 GBR-C

Geosintetik loyli to'siq yoki layner (GBR-C) - bu gil, bentonit yoki boshqa juda past o'tkazuvchan materialdan iborat bo'lgan, geotekstillar, geosintetik to'siqlar yoki ularning kombi-natsiyasi bilan qo'llab-quvvatlanadigan va igna sanchish, tikish, kimyoviy yelimlar yoki boshqa usullar bilan ushlab turilgan zavodda ishlab chiqarilgan geosintetik gidravlik to'siqdir. Uning chidamliligi geosintetik, igna sanchuvchi tolalar, choklarni bog'lovchi filamentlar/iplar, yelimlarning chidamliligi, shuningdek, material va ushlab qolingan yoki saqlangan suyuqlik o'rtasidagi ion almashinuvi, shuningdek, desikatsiya bilan belgilanadi.

5.1.5 Geokartonlar (GBL)

Uzluksiz list hosil qilish uchun bir-biri bilan bog'langan bo'sh tabiiy va/yoki sintetik tolalar va boshqa elementlarning (tabiiy yoki sintetik) o'tkazuvchan tuzilmasi.

5.1.6 Geosintetik panjara

Geosintetik panjara - bu atrofdagi tuproq, tog' jinslari, tuproq va boshqa atrof-muhit materiallari bilan aloqa qilish imkonini beradigan integral bog'langan elementlarning muntazam ochiq tarmog'i bilan hosil bo'lgan geosintetik bo'lib, birinchi navbatda mustahkamlash va barqarorlashtirish vazifasini bajaradi. Mashina elementlari va kesishish yo'nalishlari integral bo'lishi yoki bog'lash yoki o'zaro bog'lash orqali bog'langan bo'lishi mumkin. Ishlab chiqarish texnikasi keng tarqalgan. Hozirgi vaqtda to'quvchilik, trikotaj, ekstruziya va payvandlash ishlatiladi. Ba'zi mahsulotlar polietilen (PE), polipropilen (PP), poliefir (PET), polivinil spirt (PVA) va aramid tolalaridan foydalanadi. Qoplama materiallariga akril polimerlari, egiluvchan polivinilxlorid (PVC-P) va polietilen (PE) kiradi. Bundan tashqari, PE va PP geogridlari perforatsiyalangan listni cho'zish orqali tayyorlanadi.

5.1.7 Geonetlar

Geonet - bu muntazam zich to'rdan iborat ochiq tekis, polimer tuzilma bo'lib, uning tarkibiy elementlari tugunlar yoki ekstruziyalar bilan bog'langan va teshiklari tarkibiy qismlardan kattaroq. Geonetni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan polimerlar odatda yuqori zichlikdagi polietilen (PE-HD) kabi termoplastik materiallardir.

5.1.8 Geotsellalar

Geotsel - bu geotekstil, geotarmoqlar, perforatsiyalangan varaqlar yoki geosintetik to'siqlarning bog'langan chiziqlaridan yasalgan uch o'lchovli, o'tkazuvchan, tabiiy yoki sintetik polimer asal uyumi yoki to'rli konstruktsiya.

5.1.9 Geomatlar

Geomat - bu o'tlar va mayda o'simliklar ildizlarini mustahkamlash va doimiy eroziyani nazorat qilish uchun o'simliklar eroziyasini nazorat qilish chegaralarini kengaytirish uchun ishlatiladigan bog'lamli filamentlardan tayyorlangan uch o'lchovli, o'tkazuvchan, tabiiy yoki sintetik polimer tuzilma. Geomatsalarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan polimerlar odatda PA, PE, PET va PP kabi termoplastik materiallardir.

5.1.10 Geokompozitsiyalar

Geokompozit - tarkibiy qismlari orasida kamida bitta geosintetik mahsulotdan foydalangan holda tayyorlangan yoki yig'ilgan material.

5.1.11 Geofoaming

Geofoaming - bu geotexnik muhandislik ilovalarida ishlatiladigan qattiq hujayrali-ko'pikli polimer materialining bloki yoki tekis qismi. Geo ko'pik odatda differensial termoeekspansiyani olish va muzlagan yerda foydalanish uchun yengil plomba sifatida ishlatiladi.

5.1.12 Geofazollar

Ekstrudirlangan laminatlardan ishlab chiqarilgan kesik folgalar, ular ishlab chiqarish jarayonida bir yoki ikkala tomonida to'lqinsimon yoki kesik kesik konus profillariga profillanadi. Ular odatda polipropilen (PP) yoki yuqori zichlikdagi polietilen (HDPE) dan tayyorlanadi.

5.2 Polimerlarning alohida turlari

5.2.1 Umumiy

Geosintezda qo'llaniladigan polimerlar quyida tavsiflangan va ularning uchta eng muhim fizik xossalari 1-jadvalda keltirilgan. 5.1.1-banddagi umumiy mulohazalar qo'llaniladi.

5.2.2 Polipropilen (PP)

Polipropilen termoplastik polimer hisoblanadi. PP odatda izotaktik stereoregulyar shaklda ishlatiladi, unda propilen monomerleri boshdan-oyoq birikadi va metil guruhlari polimer asosining bir tomonida joylashgan. PP yarim kristalli tuzilishga ega bo'lib, bu unga yuqori qattqlik, yaxshi cho'zilish xususiyatlari va kislotalar, ishqorlar va ko'pchilik erituvchilarga chidamlilik beradi. Uchlarni uglerod oksidlanishga sezgir, shuning uchun ishlab chiqarish paytida oksidlanishni oldini olish uchun stabilizatorlar qo'shiladi, shuningdek, uzoq muddatli chidamlilik va ultrabinafsha barqarorligi yaxshilanadi.

5.2.3 Egiluvchan polipropilen (EPP)

Moslashuvchan polipropilen - propilen va etilenning sopolimeri. U boshqa PP-basedolefin polimerlaridan aralashma emas, balki xususiy katalizatoridan foydalangan holda reaktor mahsuloti ekanligi bilan farq qiladi. Uning xususiyatlari PP gomopolimeridan butunlay farq qiladi va ikkinchi monomerning turi, miqdori va molekulyar zanjirdagi o'rnini o'zgartirish orqali keng diapazonda o'zgarishi mumkin. Egiluvchanlikning sezilarli darajada yuqori darajasidan tashqari, u keng eritish o'tishiga ega bo'lib, bu unga keng diapazondagi tikuv uskunalarida termal tikish imkonini beradi. fPP polipropilenga xos xususiyatlarni saqlab qoladi, ammo juda amorfdir, shuning uchun oksidlanish va ultrabinafsha nurlanishini barqarorlashtirishga ko'proq e'tibor berish kerak.

5.2.4 Polietilen (PE)

Geotekstil, geotarmoqlar va geosintetik to'siqlarda ishlatiladigan polietilen alfa-olefin sopolimeridir. U o'zining yaxshi kimyoviy barqarorligi bilan mashhur bo'lgan yuqori zichlikdagi polietilen (PE-HD) sifatida ishlatiladi yoki o'zining mukammal ishonchliligi, ishlov berish qulayligi va yaxshi fizik xususiyatlari bilan mashhur bo'lgan chiziqli past zichlikdagi shaklini (PE-LLD) oladi, ammo kimyoviy jihatdan kamroq chidamli. PE uning nurash va oksidlanishga qarshiligini oshirish uchun barqarorlashtirishni talab qiladi. Ba'zi turdagi HDPE ekologik stressning yorilishiga moyil bo'lishi mumkin. Ularning t_g -80 °C dan past bo'lganda, ularning tuzilishi va shakliga ko'ra o'lcham o'zgarishlariga duch kelishi mumkin.

5.2.5 Poliefirlar (ya'ni PET, PEN)

Polimerlar guruhi - poliefirlar. Geotekstilda eng ko'p qo'llaniladigan turi polietilen-tereftalat (PET) bo'lib, u ikki asosli kislota va ikki spirtli kondensatsiya polimeri hisoblanadi. O'zining t_g dan pastda va yuqori yo'naltirilgan shaklda ishlatiladi, shuning uchun PET yaxshi mexanik xususiyatlarni, shu jumladan past siqilish tezligini va ko'pchilik kislotalar va ko'plab

erituvchilarga yaxshi kimyoviy qarshilikni taklif qiladi. Muhim polimer halqa bo'lgan murakkab efir guruhi suv ishtirokida va tola bo'ylab sekin gidrolizlanadi ("ichki gidroliz"). Yuqori ishqoriy sharoitda qo'shimcha, tezroq sirt reaksiyasi ("tashqi gidroliz") sodir bo'ladi, bu ayniqsa sirt-hajm nisbati katta bo'lgan ingichka tolalar uchun jiddiy hisoblanadi, tolalar qoplanganda bundan mustasno. Polietilen naftalat (PEN) PET ga qaraganda gidrolizga kamroq moyil, ammo nurashga sezgirroq.

5.2.6 Egiluvchan polivinilxlorid (PVC-P)

Egiluvchan polivinilxlorid vinil asosli qatronlar oilasining eng muhim tijorat a'zosi hisoblanadi. PVC-P juda ko'p qirrali plastikdir, chunki uning plastifikatorlar va boshqa qo'shimchalar bilan aralashish qobiliyati unga juda xilma-xil shakllarni olish imkonini beradi. Plastifikatorlar va to'ldiruvchilar yanada moslashuvchan birikmalar yaratish uchun 35% gacha miqdorda ishlatiladi, plastifikatorni tanlash kerakli xususiyatlarga qarab belgilanadi. Aksincha, PVC-P xuddi shunday plastifikatsiyalovchi ta'sirga ega bo'lgan ba'zi organik suyuqliklarni yutadi. Plastifikatorning kamayishi PVC-P ning asosiy parchalanish jarayoni bo'lganligi sababli, polietilen yoki boshqa attraktorlar bilan aloqa qilishdan qochish kerak. Plastifikatorlar va to'ldiruvchilar yanada moslashuvchan birikmalar yaratish uchun 35% gacha miqdorda ishlatiladi, plastifikatorni tanlash kerakli xususiyatlarga qarab belgilanadi. Aksincha, PVC-P xuddi shunday plastifikatsiyalovchi ta'sirga ega bo'lgan ba'zi organik suyuqliklarni yutadi. Plastifikatorning kamayishi PVC-P ning asosiy parchalanish jarayoni bo'lganligi sababli, polietilen yoki boshqa attraktorlar bilan aloqa qilishdan qochish kerak.

5.2.7 Poliamidlar (PA)

Poliamidlar (PA, PA 6 va PA 6,6) eritib qayta ishlanadigan termoplastiklar bo'lib, ular zanjirning bir qismi sifatida amid guruhini o'z ichiga oladi. PA elastiklik, yeyilish va ishqalanishga chidamlilik, past ishqalanish xususiyatlari, gazlar va uglevododlar bilan past o'tkazuvchanlik va yaxshi kimyoviy qarshilikni o'z ichiga olgan xususiyatlarning kombinatsiyasini taklif qiladi. Uning cheklovlariga namlikni yutish tendensiyasi, natijada o'lcham va mexanik xususiyatlarning o'zgarishi, kislotalarga, oksidlanish va nurashga cheklangan qarshilik kiradi. Geotekstilda ishlatiladigan PA tolalari 40 °C dan 60 °C gacha bo'lgan t_g ga ega bo'lib, u namlikni yutish orqali pasayadi. UB va oksidlanishga chidamlilikni mos keladigan stabilizatorlarni qo'shish orqali qo'llash uchun sozlash mumkin.

5.2.8 Etilenpropilendiennyemonomer (EPDM)

Etilenpropilen diyen monomeri asosan etilen va propilen molekulalaridan tashkil topgan to'yingan polimer zanjirlardan tashkil topgan elastomerdir. Ushbu polimer material ozon va qarishga chidamliligini oshiradigan tuzilishga ega. Etilenpropilen diyen monomeri asosan etilen va propilen molekulalaridan tashkil topgan to'yingan polimer zanjirlardan tashkil topgan elastomerdir. Ushbu polimer material ozon va qarishga chidamliligini oshiradigan tuzilishga ega. Oksidlanishga chidamlilikni oshirish uchun vulkanizatsiyalash jarayonidan oldin tarkibga stabilizatorlar ham qo'shiladi.

5.2.9 Etilen interpolimer qotishmasi (EIA)

Etilen interpolimer qotishmasi o'z samaradorligini ketoneetilen efir (KEE) smolasidan keltirib chiqaradigan birikmani tavsiflaydi. KEE smolasi odatda EIA birikmasining polimer tarkibining taxminan 50% ni tashkil qiladi. Etilen asosi bilan bir qatorda ikkita monomer polimerlanadi: vinilatsetat yoki n-butil akrilat kabi murakkab efir va keton yoki karboksil guruhi. UB va oksidlanishga chidamlilikni mos keladigan stabilizatorlarni qo'shish orqali qo'llash uchun sozlash mumkin.

5.2.10 Xlorlangan polietilen (XPE)

Xlorlangan polietilen PE dan bir qadam narida mahsulot hisoblanadi. CPE molekulasida vodorod atomlari o'rniga xlor atomlari PE asosining yon tomoni bo'ylab kiritilgan. Katta hajmli xlor atomlar har qanday kristallikning shakllanishini buzishga moyil. Kiritiladigan xlor miqdori va ularning tasodifiy birikishi olingan qatronning kristallanmagan yoki amorf bo'lish darajasini

belgilaydi. Shunday qilib, CPE polietilendan ko'ra egiluvchanroq material bo'ladi. UV va oksidlanish barqarorligi mos keladigan stabilizatorlarni qo'shish orqali qo'llashga moslashtirilishi mumkin.

5.2.11 Xlorsulfonatsiyalangan polietilen (XSPE)

Xlorsulfonatsiyalangan polietilen - sintetik kauchuk materiallari oilasiga kiradi. U 1950-yillarning boshlarida tabiiy va stirobutadiyen kauchuklariga qaraganda yaxshiroq eskirish xususiyatlariga ega sintetik kauchuk materiali sifatida taqdim etilgan. Ushbu takomillashtirilgan kauchuk materiali elastiklikni ta'minlash uchun o'zaro bog'langan (va bu vaqt o'tishi bilan yaxshilanadi) va mustahkamlikni saqlab qolgan holda egiluvchanlikni ta'minlash uchun minimal kristallanish darajasiga ega. Asosiy polimer asosi polietilen bilan bir xil va qo'shbo'g'lar yo'qligi sababli, uzun polimer zanjirlari kislorod, ozon yoki ultrabinafsha nuri ko'rinishidagi energiya kabi degradatsiyalovchi agentlarning hujumiga nisbatan chidamli. Xlor atomlari PE asosining yon tomoniga ma'lum miqdordagi sulfonilxlorid guruhlar bilan birga kiritiladi. Sulfonilxlorid guruhlar xlor atomidan kattaroq bo'lganligi sababli, ular kristallikni parchalashda samaraliroq va kimyoviy faol davolash joylarini ta'minlaydi. Ta'mirlash yoki uzaytirish ko'ndalang bog'langan tabiati tufayli muammoli. UB va oksidlanish barqarorligi mos keladigan stabilizatorlarni qo'shish orqali qo'llash uchun sozlanishi mumkin.

5.2.12 Bitum

Bitum tarkibiga modifikatsiyalangan bitum (MB) va oksidlangan bitum kiradi.

Modifikatsiyalangan bitum (MB) - bu bitumning sintetik elastomer bilan modifikatsiyasi, masalan, stirobutadiyen-stirol (SBS). Tavsiyanomada mavjud bo'lgan polimerlar odatda bitumning elastikligini, toliqishga chidamliligini va eskirishini oshiradi. UB va oksidlanishga sezgirlikni mos qo'shimchalar bilan rostlash mumkin.

Oksidlangan bitum modifikatsiyalanmagan va modifikatsiyalangan bitumnikidan farq qiluvchi eskirish xususiyatlariga ega.

5.2.13 Aramid

Aramid sintetik tola bo'lib, unda tola hosil qiluvchi modda uzun zanjirli sintetik poliamid bo'lib, unda amid bog'larining kamida 85% to'g'ridan to'g'ri ikkita aromatik halqaga birikkan. Zvenolar kuchli vodorod bog'lar bilan hosil qilingan.

Aramid yuqori mustahkamlik-og'irlik nisbatini taklif qiladi va past cho'zilish va past sudralish deformatsiyasini namoyon qiladi. Itis odatda pH 4 dan 9,5 gacha barqaror.

Aramid odatda ultrabinafsha nurlanishga sezgirdir. Amid bog'lar, ayniqsa, kislotali muhitda gidrolizlanishi mumkin. Material namlikni yutadi va ishqalanishga qarshiligi past. Aramid yuqori shisha o'tish va dissotsiatsiya haroratiga ega.

5.2.14 Polivinil spirt (PVAL)

Sintezdan so'ng, polivinil spirt oq cho'kma shaklida olinadi, so'ngra tozalanadi va kukunli tijorat mahsuloti olish uchun yuviladi. Geosintezda ishlatiladigan suvda erimaydigan PVAL odatda uchta ketma-ket operatsiya: eritish, yigirish va pardozlash orqali tolalarga aylanadi. Olingan tolalar juda yuqori chidamlilik, yuqori modul va past cho'ziluvchanlikka ega (odatda <6%). PVAL hayvon, o'simlik va mineral moylar bilan ta'sirlanmaydi va yuqori darajada kislotalar va ishqorlarga rezistentlik ko'rsatadi. Odatda pH 4 va 13 o'rtasida barqaror.

5.2.15 Polistirol (PS)

Polistirol asosan ekstrudirlangan shaklda (XPS) yoki kengaytirilgan ko'pik (EPS) sifatida ishlatiladi. UB va oksidlanishga chidamlilikni mos keladigan stabilizatorlarni qo'shish orqali qo'llanilishiga qarab o'zgartirish mumkin.

5.2.16 Polimer geosintetikaning tipik fizik xossalari

1-jadval Polimer geosintezning tipik fizik xossalari

Polimer	Aralash polimerning zichligi g/cm ³	Erish harorati ^a °C	Shishadan o'tish harorati ^a °C
PP	0,900 dan 0,910 gacha	170	<-10

fPP	0,89	150	<-20
PE-HD	0,939 dan 0,960 gacha	130	<-80
PE-LLD	0,910 dan 0,925 gacha	120	<-80
PET	1,38 dan 1,40 gacha	250	80
PVC-P	1,3 dan 1,5 gacha	N/A	-25 to 100
PA.6	1,2	220	50
EPDM	1,40	NA	-60
CPE	1,2	170	<-50
CSPE	1,47	NA	-55
MB	1,2 dan 1,3 gacha	NA	-50 – 100
Aramid	1,44	550	300
PVAL	1,2 to 1,3	228	85
^a Taxminiy haroratlar berilgan. Maxsus harorat polimerning molekulyar og'irligi, foizli kristallanishi, kristallitlarning yo'nalishi va qo'shimchalar va to'ldiruvchilar kabi retseptura ingrediylari kabi xususiyatlariga bog'liq. t_g ning qiymatlari DSC o'lchovlaridan olingan. Umrboqiylik uchun muhim bo'lgan juda sekin jarayonlar uchun t_g qiymatlari, odatda, DSC yordamida o'lchangan qiymatlardan sezilarli darajada past, masalan, 60 °C dan past bo'lgan t_g qiymatlari kuzatilgan, DSC esa 80 °C ni beradi.			

1-jadval (davomi)

Polimer	Aralash polimerning zichligi g/cm ³	Erish harorati ^a °C	Shishadan o'tish harorati ^a °C
PS	1,05 (solid material)	230	100
^a Taxminiy haroratlar berilgan. Maxsus harorat polimerning molekulyar og'irligi, foizli kristallanishi, kristallitlarning yo'nalishi va qo'shimchalar va to'ldiruvchilar kabi retseptura ingrediylari kabi xususiyatlariga bog'liq. t_g ning qiymatlari DSC o'lchovlaridan olingan. Umrboqiylik uchun muhim bo'lgan juda sekin jarayonlar uchun t_g qiymatlari, odatda, DSC yordamida o'lchangan qiymatlardan sezilarli darajada past, masalan, 60 °C dan past bo'lgan t_g qiymatlari kuzatilgan, DSC esa 80 °C ni beradi.			

5.3 Ishlab chiqarish jarayoni

5.3.1 Umumiy

Geosintez ushbu kichik bandda tasvirlangan bir nechta turli xil jarayonlar yordamida ishlab chiqariladi.

5.3.2 Geotekstil

5.3.2.1 Umumiy

Geotekstilga noto'qima, to'qima va trikotaj mahsulotlari kiradi. Hammasi tolalar, iplar yoki plyonkalariga tortilgan polimerlardan tayyorlangan. Turli xil ishlab chiqarish jarayonlari turli xil xususiyatlarga ega bo'lgan geotekstil mahsulotlarga olib keladi.

Turli xil polimer tolalar, filamentlar va tasmalar ishlab chiqarishda cho'zish jarayoni juda muhimdir. Ushbu jarayonda polimer zanjirlar ip uzunligi bo'ylab tekislanadi va ularning kristalligi, mexanik xususiyatlari va chidamliligi oshadi. Mahsulotning mexanik xossalari ishlab chiqarish jarayoni detallariga bog'liq.

To'qimaning tuzilishi va tola diametri chidamlilik xususiyatlariga hissa qo'shadi; masalan, katta diametrli tolalar va qalin tasmalar nurashga kamroq moyil bo'ladi. Shuning uchun xususiyatlarni yaxshilash uchun qo'llaniladigan barqarorlashtirish tizimlari noto'qima geotekstilga, to'qilgan geotekstilga yoki geogridga moslashtiriladi.

5.3.2.2 Noto'qima geotekstillar

Noto'qima geotekstillarni ishlab chiqarish uchun uzluksiz iplar (ipli bog'lar) yoki shtapel tolalar (kesilgan tolalar) ishlatiladi. To'qima va trikotaj geotekstillar turli xil iplardan, masalan, asspun iplari, ko'p tolali iplar, monofilamentlar va plyonkali tasmalar yoki split plyonkali iplardan foydalanib ishlab chiqariladi.

Bunday geotekstillarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan tolalar, polifilamentlar, monofilamentlar va tasmalar turlari asosan eritib yigirish jarayonida ishlab chiqariladi. Tolalar, polifilamentlar va monofilamentlar olish uchun eritilgan polimer matritsaning teshiklari orqali ekstrudirlanadi, sovutiladi, cho'zilish bilan tortiladi va yakuniy foydalanishga ko'ra.

- a) yassi struktura hosil qilish uchun ekranga yotqizilgan (uzluksiz ip yoki yigirilgan ipli noto'qima),
- b) maydalash va shtapel kesish yo'li bilan shtapel tolalargacha ishlov berilgan yoki
- c) ko'p yoki monofilamentli qilib ishlov beriladi, bunda filamentlar chizilgandan keyin o'raladi va to'g'ridan to'g'ri g'altaklarga o'tkaziladi. Ko'p ipli ishlab chiqarishda bu usul yigirish deb ataladi.

Tolali noto'qima matolar (uzluksiz tolali noto'qima matolar) uzluksiz jarayonda polimerdan boshlanib, filament ishlab chiqarish, geotekstil shakllanishi va bir xil liniyada filamentli bog'lanishgacha bo'lgan jarayonda ishlab chiqariladi va noto'qima mato roligi bilan yakunlanadi.

Stepler tolali noto'qima matolar ikki bosqichli jarayonda ishlab chiqariladi: birinchi bosqich tola ishlab chiqarish (ekstruziya va kesish) va ikkinchi bosqich geotekstilni shakllantirish, bog'lash va tayyor rulon ishlab chiqarishdan iborat.

Uzluksiz iplardan yoki shtapel tolalardan hosil qilingan noto'qima geotekstillarni bog'lash mexanik usulda igna sanchish bilan, issiqlik bilan yoki bosimsiz (kalenderlash) issiqlik bilan (kogeziy) bog'lash, kimyoviy (yelimli) bog'lash yoki bu jarayonlarning kombinatsiyasi bilan amalga oshiriladi.

Noto'qima mahsulotlarning fizik tuzilishi va xossalari ko'pincha yelimlash tizimi bilan bog'liq. Aniqroq aytganda, issiqlik bilan bog'langan matolar va noto'qima matolar (tasmali plyonkali matolar) ingichka mahsulotlar bo'lib, ularda tolalar ikki o'lchamli tuzilishga yo'naltirilgan. Igna bilan teshilgan noto'qima matolar uch o'lchamli tuzilishga ega bo'lib, ularning konfiguratsiyasi termik bog'lanishning yakuniy bosqichi bilan o'rnatilishi mumkin.

5.3.2.3 To'qima va trikotaj geotekstillar

To'qilgan geotekstil materiallari ham kamida ikki bosqichni o'z ichiga olgan uzluksiz jarayonda ishlab chiqariladi. Birinchi bosqich - ip, monofilament yoki multifilament ishlab chiqarish. Ikkinchi bosqich - tekis (yoki oddiygina to'qilgan) yoki trikotaj (trikotaj) trikotajlarida to'quv.

To'qish ikkita iplar to'plamini bir-biriga to'g'ri burchak ostida to'qish bilan amalga oshiriladi: mashina (MD) va kross-mashina yo'nalishi (CMD). MD iplari taranglik ostida va masofada to'quv dastgohi yordamida ushlab turiladi. To'quv dastgohi MD iplari bilan ta'minlangan bo'lib, ular ikki yoki undan ortiq vallarda shtiftlar orqali o'tadi. MD iplari vallar tomonidan loyihaga qarab yuqoriga yoki pastga ko'chiriladi, bu omborxona deb ataladigan bo'shliqni yaratadi. SMD kalava MD kalavaga perpendikulyar holda omborxonaga kiritiladi. MD iplarining ko'tarilish/tushirish ketma-ketligi ko'plab ehtimoliy o'rilish tuzilmalarini keltirib chiqaradi. Birlik kenglikdagi iplar soni va ularning individual pishiqligi yakuniy mahsulot pishiqligiga olib keladi.

Trikotaj jarayonida ip tutamlari mashina yo'nalishi (MD) bo'yicha parallel taranglanadi va perpendikulyar iplar mashina ko'ndalang yo'nalishi (CMD) bo'yicha joylashtiriladi. Bularni bir-biriga bog'lash va barqaror integral to'rni hosil qilish uchun qo'shimcha ip ishlatiladi. Odatda himoyani ta'minlash uchun qoplama qo'llaniladi.

Plyonkali tasmalar va split iplar odatda faqat polipropilen va polietilendan tayyorlanadi. Bu mahsulotlar plyonkani ekstruziya qilish, plyonkani alohida tasmalarga kesish va ularni bir o'qli tortish jarayoni bilan cho'zish, so'ngra termik fiksatsiya qilish orqali tayyorlanadi. Dag'al plyonka lentalar nurlash va to'quvda qo'shimcha ishlov berish uchun juda qattiq bo'lishi mumkin va shuning uchun chizma jarayonidan keyin, oldingi o'rash va burashdan keyin fibrillyatsiya bo'ladi. Bu turdagi iplar keyinchalik split plyonkali iplar deb ataladi. Shunga qaramay, geosintezning katta hajmlari to'g'ridan-to'g'ri plyonkali tasmalardan to'qiladi.

5.3.3 Geosintetik to'siqlar

Geosintetik to'siq listlar odatda termoplastik polimerlardan tayyorlanadi. Ushbu mahsulotlar listni ekstrudirlash yoki puflangan plyonka jarayonlari yoki taqvimlash orqali ishlab chiqariladi.

Ishlab chiqarish polimer smola, turli qo'shimchalar, to'ldiruvchilar va surkov moylarini o'z ichiga olgan xomashyolarni ishlab chiqarishdan boshlanadi. So'ngra tarkiblar ekstruziyalashning ikkita usulidan biri bilan turli kenglik va qalinlikdagi geosintetik to'siq qobig'iga qayta ishlanadi. Yassi matritsa deb ataladigan birinchi jarayonda polimer kompozitsiyasi ikkita gorizont matritsa og'zi orasiga o'tkaziladi. Plyonka deb ataladigan ikkinchi jarayonda dumaloq matritsa ishlatiladi, u polimer kompozitsiyasini vertikal yo'naltirilgan ikkita konsentrik dieliplar o'rtasida majbur qiladi. Polimer matritsadan chiqadi va silindr shaklida yuqoriga cho'ziladi. Sistemaning yuqori qismida ikkita qarama-qarshi aylanuvchi vallar silindrni yuqoriga tortadi va terollerlar us-tidan o'tgandan so'ng, list bo'ylama yo'nalishda kesiladi, to'liq enigacha yoziladi va valga o'raladi.

Mahsulotning mexanik va chidamlilik xususiyatlari ishlab chiqarish jarayonining detallar-iga, shuningdek, listlarning yopishqoqligiga bog'liq.

Geosintetik barer plitalarini yopishtirish bosimli yoki bosimsiz issiqlik bilan (kogeziy) yopishtirish, bosimli qizdirish elementlari (issiqlik ponalar) yordamida qo'shilish, kimyoviy (yelimli) yopishtirish yoki ushbu jarayonlarning kombinatsiyasi bilan mexanik ravishda amalga oshiriladi.

Bitumli geosintetik to'siqlarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan uzluksiz jarayon bu-tunlay boshqacha. Modifikatsiyalangan (MB) bitumli tarkibni o'z ichiga olgan ketma-ket van-nalarda geotekstilni eritish va botirish bitum shimdirilgan geotekstil mahsulotini olish imkonini beradi.

PVC-P va CSPE dan tayyorlangan barcha egiluvchan va vint bilan mustahkamlangan geo-sintetik to'siqlar kalenderlash usuli bilan ishlab chiqariladi. Polimer kompozitsiyasi aralashtir-gichga uzatiladi, undan material chiqib, konveyerda valli tegirmonga harakatlanadi va yakuniy listni shakllantirish uchun qarama-qarshi aylanuvchi vallar (taqvim) to'plamidan o'tadi. Ishlab chiqarishning bu turi alohida plitalar o'rtasida ochiq to'qilgan mato (skrim deb ataladigan) bilan bir nechta qatlamli geosintetik to'siqlarni hosil qiladi.

5.3.4 Geometrik panjaralar

Geometrik panjaralar - bu tekis, polimer tuzilma bo'lib, integral bog'langan, cho'zuvchi elementlarning muntazam ochiq tarmog'idan iborat bo'lib, ular ekstruziya, bog'lanish yoki halqal-araro yoki o'zaro bog'langan bo'lishi mumkin, ularning teshiklari tarkibiy qismlardan kattaroqdir.

5.3.5 Geonetlar

Geonetlar odatda ekstruziya jarayoni bilan ishlab chiqariladi, bunda uch o'lchamli mahsulot olish uchun kamida ikkita iplar to'plami (filamentlar) ustma-ust qo'yiladi. Zanjirlar orasidagi teshiklar suv yoki poligon yuvilishi kabi suyuqliklar va gazlarning tekislikda oqishiga imkon beradi.

5.3.6 Geokompozitsiyalar

Geokompozitlar kamida bitta geosintetik mahsulotni o'z ichiga olgan ikkita mahsulotdan iborat bo'lib, ular bir-biriga bog'lash, yopishtirish, payvandlash, to'qish, trikotaj yoki tikuvchilik kabi jarayonlar bilan birlashtirilgan.

5.3.7 Geotsellalar

Geotsellyulalar uch o'lchovli geosintetik bo'lib, eroziyani nazorat qilish ilovalarida tuproqni zichlash uchun ishlatiladi. Ular ekstruziya, polimer tasmali payvandlash yoki geotekstil tasmali payvandlash yoki tikish bilan tayyorlanadi.

5.3.8 GBR-C

Gilli geosintetik to'siq (GBR-C) - bu geotekstillar, geosintetik to'siqlar yoki ularning kom-binatsiyasi bilan qo'llab-quvvatlanadigan gildan iborat zavodda ishlab chiqarilgan geosintetik gidravlik to'siq bo'lib, ular igna sanchish, tikish, kimyoviy yelimlar yoki boshqa usullar bilan bir-galikda ushlab turiladi.

5.4 Qayta ishlangan va qayta ishlangan materiallar

Sanoatda qayta ishlangan materiallarni qayta ishlashni aniqlash uchun uchta ibora qo'llaniladi:

- qayta ishlangan material (RWM) (yoki qayta ishlov berish);
- iste'moldan keyingi material (ITM);
- postindustrial material (PIM).

Plastik sanoatida qayta ishlangan materialni (maishiy qayta ishlash smolasi) qayta ishlash odatiy holdir, chunki uni oddiy material bilan taqqoslash mumkin.

Qatron bir xil sanoat jarayonidan va bir xil mahsulotdan olinganida, qayta ishlangan material (RWM) hosil bo'lgan bir xil jarayon doirasida qayta ishlanadi. U miqdoriy cheklolrsiz qayta maydalashdan keyin yoki donadorlashdan keyin ishlatilishi mumkin, lekin qo'shimcha isbotlarsiz 10% gacha cheklangan.

Pelletizatsiya - bu ekstruderdan keladigan polimer suyuqlanmasi plastinka bo'ylab siqiladi va pellets hosil qilish uchun pichoqlar bilan kesiladi. Bu jarayon mahsulotning xususiyatlariga ta'sir qilishi mumkin. Agar 10% dan ortiq to'g'ralgan YOQM ishlatilsa, chidamliligini tasdiqlovchi hujjatlar taqdim etiladi.

PCM yoki PIMdan foydalanish geosintezning chidamliligini buzishi mumkin. Ushbu materiallarning uzoq muddatga chidamliligini isbotlamaguncha ulardan foydalanmaslik maqsadga muvofiqdir. Aralash polimerlarning tarkibi ta'minlanishi kerak. Shuningdek, geosintetik to'siqni shakllantirishga hech qanday post-industrial qayta ishlangan polimer qo'shilmaydi.

Qayta ishlangan materiallar dastlabki shaklidan keyin qayta ishlashning turli bosqichlaridan yoki geotekstil uchun to'qish kabi keyingi jarayonlardan kelib chiqishi mumkin. Materiallar to'qimachilik shaklida yoki qadoqlash kabi boshqa mahsulotlar sifatida ishlatilgan bo'lishi mumkin. Dastlabki ishlab chiqaruvchining zavodini tark etgandan so'ng bosib o'tilgan bosqichlar va jarayonlar soni bilan materialning sifatini va shuning uchun uning chidamliligini nazorat qilish darajasi kamayadi.

5.5 Qo'shimchalar, stabilizatorlar, to'ldiruvchilar va armatura tirqishlari

5.5.1 Umumiy

Polimerlarni barqarorlashtirishda qo'shimchalar katta rol o'ynaydi. Geosintez mahsulotlarini ishlab chiqarishda antioksidantlar, kislotali tozalovchilar, metall ionlarini faolsizlantiruvchilar, UB stabilizatorlari, surkov moylari, plastifikatorlar, mineral to'ldiruvchilar va skrimlar keng qo'llaniladi.

5.5.2 Antioksidantlar

Antioksidantlar polimer bog'larning oksidlanishli parchalanishi natijasida polimerlarning tashqi ko'rinishi va fizik xossalarining yomonlashishiga to'sqinlik qiladi. Barqarorlashuv reaksiyalarni to'xtatish uchun muqobil imkoniyatlarni taqdim etish yoki erkin radikallar hosil bo'lishining oldini olish va shu bilan reaksiya zanjirini uzish orqali erishiladi. Ba'zi stabilizatorlar bilan polimerning oksidlanishi faqat induksiya (yoki inkubatsiya) davridan keyin boshlanadi. Bu vaqt davomida stabilizator iste'mol qilinadi, bu esa polimerning oksidlanishini kuchli ingibirlaydi. Boshqa antioksidantlar bilan induksiyaning davri yo'q, lekin oksidlanish tezligi kamayadi. Har ikkala ta'sir turli xil antioksidantlarning aralashmalari yoki ba'zi bir antioksidantlar tomonidan birlashtirilishi mumkin.

Oksidlanish jarayoni ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan issiqlik hisobiga tezlashadi. Ishlab chiqarish jarayonida (yuqori haroratlarda) ishlash uchun mo'ljallangan bu antioksidantlar qayta ishlovchi antioksidantlar deb ataladi. Asosiy guruhlariga fenollar va organik fosfatlar kiradi.

Geosintetikni atrof-muhitga (past harorat) keyingi ta'sir qilish paytida himoya qilish uchun mo'ljallangan antioksidantlar uzoq muddatli antioksidantlar deb ataladi. Asosiy guruhlariga aromatik aminlar, tiofirlar, fenollar va aminlar kiradi.

5.5.3 Kislotali chiqindilar

Kislotali tozalagichlar polimerdagi oroksidlanish/gidrolizlanish jarayonlarining katalizator qoldiqlari natijasida yuzaga keladigan kislotalarga nisbatan polimerning himoyasini ta'minlaydi. Ular birlamchi antioksidantlar va fosfitlar bilan bir qatorda stabilizatorlar to'plamining bir qismi

hisoblanadi. Ular asosan eruvchan yoki dispers asoslardir, masalan, metall stearatlari, laktatlar, gidrotalsitlar yoki rux oksidlari.

5.5.4 Metall ionlari uchun dezaktivatorlar

Og'ir metall ionlari, shu jumladan oraliq metall ionlari peroksidlarning parchalanishini katalizlaydi, bu esa autooksidlanishni tezlashtiradigan reaktiv radikallarning shakllanishiga olib keladi. Ion dezaktivatorlar bunday ionlar bilan barqaror inert komplekslar hosil qiladi va shuning uchun barqarorlashtirishga sezilarli hissa qo'shishi mumkin.

5.5.5 UB stabilizatorlar

UB-stabilizatorlar polimerlarga kislorod ishtirokida yorug'lik bilan indutsirlangan degradatsiyaning (fotooksidlanish) fizik va kimyoviy jarayonlariga xalaqit beradigan bir nechta mexanizmlar bilan ultrabinafsha nurlarni barqarorlashtirishni ta'minlaydi:

- ultrabinafsha nurlarini yutuvchi kimyoviy birikmalar (masalan, gidroksibenzofenonlar) yoki pigmentlar (masalan, karbonat angidrid yoki titan dioksidi) tomonidan kritik to'liq uzunliklari oralig'ini yutish;
- energiyalangan fotokimyoviy holatlarni ma'lum so'ndirgichlar (masalan, nikelning ma'lum birikmalari) bilan so'ndirish;
- ba'zi antioksidantlar tomonidan erkin radikallarning tutilishi [masalan, aminli yorug'lik stabilizatorlari (HALS)].

Ko'pincha turli stabilizatorlarning kombinatsiyasi eng yaxshi himoyani ta'minlaydi.

5.5.6 Plastifikatorlar

PVC-P kabi qattiq qatronlardan egiluvchan birikma hosil qilish uchun plastifikatorlar qo'shilishi kerak. Ular turli xil kimyoviy tarkiblar va molekulyar og'irliklarda keladi. Tarkibida qoldiq yog' kislotalari (glitserin efirlari, laureatlar, oleatlar, ftalatlar va stearatlar) bo'lgan astza kabi plastifikatsiyalovchi qo'shimchalar migratsiya va yuvilishga chidamli bo'lishi kerak va mikroorganizmlar tomonidan hujumga uchrashi sababli boshqa qo'shimchalar bilan himoyalaniishi kerak bo'lishi mumkin.

5.5.7 Moylash materiallari

Jarayon vositalari mumlar, stearatlar yoki quyi molekulyar polietilenlar kabi materiallarni o'z ichiga olishi mumkin. Ushbu mahsulotlar ishlab chiqarish haroratida tegirmon va kalendar vallarining yaxshilangan bo'shatilishini, geosintezning blokirovka qilish xususiyatlarining yaxshilanganligini ta'minlaydi.

5.5.8 Mineral to'ldiruvchilar

Mineral to'ldiruvchilar, masalan, gil va kalsiy karbonat odatda iqtisodiy maqsadlarda retsepturaga qo'shiladi. Ular birikmaning mustahkamligini oshirish bilan birga birikmaning ichki mustahkamlanishini ta'minlashi mumkin.

5.5.9 Skrimlar

Skrim odatda geosintetik to'siqning alohida plitalari orasiga o'rnatilgan ochiq o'rinishdagi poliefir matosidir. U egiluvchan mahsulotni mustahkamlash uchun ishlatiladi. Odatda, skrimlar 0,1 mm masofada joylashgan 1000 dtex filamentlardan tayyorlanadi (10 × 10, 1000 dtex sifatida belgilangan).

6 Degradatsiyaga olib kelishi mumkin bo'lgan ekologik omillar

6.1 Yer usti muhiti

Ochiq geosintezning qarishi asosan quyosh nurlanishining ultrabinafsha (UB) komponenti, issiqlik va kislorod bilan boshlanadi, namlik, yomg'ir, azot va oltingugurt oksidlari, ozon, ifloslangan havo va changdan hosil bo'lgan cho'kindilar va suyuqliklar kabi boshqa iqlim omillarining hisssasi bilan.

Ultrabinafsha nurlanish energiyasi polimer qotishmasi ichidagi bog'larning uzilishini, masalan, havodagi kislorod bilan keyingi rekombinatsiyani yoki yanada murakkab zanjirli reaksiyalarni boshlash uchun etarli. Bu polimerlarning umumiy xossasi bo'lib, geosintetika bilan cheklanmaydi. Qo'shimchalar 5.5 da tasvirlanganidek, ultrabinafsha nurlanishga chidamlilikni turli yo'llar bilan oshiradi.

Ultrabinafsha nurlanishga chidamlilikga namunaning sirt harorati ham, yog'ingarchilik ham ta'sir qiladi, shuning uchun tezlashtirilgan nurlantirish sinovlari haroratni nazorat qilish va uzluksiz purkash siklini o'z ichiga oladi. Tabiiy nurlantirish mavsumiy va o'zgaruvchan bo'lganligi sababli, sun'iy sinovlar ultrabinafsha nurlanishga chidamlilik namunaning sirt haroratiga ham, yog'ingarchilikka ham ta'sir qiladi, shuning uchun tezlashtirilgan nurlantirish sinovlari haroratni nazorat qilishni o'z ichiga oladi. Tezlashtirilgan testdan keyingi samaradorlik 8.3.1-rasmda tasvirlanganidek, obyektida ta'sir qilish davomiyligi bilan bog'liq.

Ko'pgina sohalarda geosintetiklar saqlash, tashish va o'rnatish paytida ultrabinafsha nurlari bilan cheklangan vaqt davomida ta'sirlanadi va keyinchalik tuproq qatlami bilan himoyalanaadi. Boshqa tomondan, asosan suv omborlari, hovuzlar va kanallar yonbag'irlarining yuqori qismida o'rnatilgan ochiq geosintetik to'siqlar uzoqroq vaqt davomida saqlanib qoladi. Qisqa yoki uzoq muddatli ob-havoga chidamlilikka bo'lgan ehtiyoj uning qo'llanishiga bog'liq.

Ultrabinafsha nurlar ta'siri yupqa matolarning keyingi kimyoviy qarshiligini pasaytirishi ko'rsatilgan, ammo geotekstilda bunday holatlar kuzatilmagan. Bundan tashqari, atmosferaning ifloslanishi va kislotali yomg'irlar yer ustida uzoqroq ta'sir qilish uchun ultrabinafsha nurlarining, xususan PA ning degradatsiyasini kuchaytirishi mumkin. Qushlar va hayvonlarning hujumlari tashqi nurlatish sinovlari paytida va qo'llanilmaganda namunalarni ataylab ta'sir qilish paytida kuzatilgan.

6.2 Yer osti muhiti

Yer ostida geosintezning chidamliligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar quyidagilardir. Ular, ayniqsa, geosintetik bilan bevosita aloqada bo'lgan tuproq zarralari, tuproq suspenziyasi va tuproq suvlariga nisbatan qo'llaniladi:

- zarrachalar o'lchamlarining taqsimlanishi va burchak koeffitsiyenti;
- kislotalilik/ishqoriylik (pH);
- metall ionlari mavjudligi;
- kislorodning mavjudligi;
- namlik miqdori;
- organik tarkib (masalan, fenollar, organik kislotalar);
- harorat;
- mikroorganizmlar.

Shunday qilib, geosintetik materialning chidamliligini to'g'ri hisobga olish uchun tuproqning tegishli spetsifikatsiyasi juda muhimdir.

Dunyoda uchraydigan tuproqlarni haydov osti (0,20 m dan 1,00 m gacha) va haydov osti yotqiziqlariga ajratish lozim. Ularning tabiati, birinchi navbatda, tog' jinslariga va mahalliy iqlimga, shu jumladan o'rtacha haroratga va drenaj sharoitlariga bog'liq. Tuproqning ustki qismi yemirilgan cho'kindilar va chirigan organik materialdan hosil bo'lgan gumus aralashmasidir. Par-chalanish sharoitlari aerob, kislorod ishtirokida, oranaerob bo'lishi mumkin.

Cho'kindilar minerallarning yotqiziqlari bo'lib, organik materialga ega emas. Ular odatda tog' jinslarining fizik va kimyoviy nurashi natijasida hosil bo'ladi. Fizik nurash natijasida oltingugurt, qum va shag'al (zarralar o'lchami 0,002 mm dan 60 mm gacha), kimyoviy nurash natijasida gil (zarralar o'lchami <0,002 mm) hosil bo'ladi. To'ldirgichlar cho'kindilardan kelib chiqadi, bu yerda zarrachalarning o'lchami va burchak koeffitsiyenti nafaqat cho'kindi hosil bo'lish usuli bilan, balki maydalash kabi keyingi har qanday sanoat ishlovi bilan ham aniqlanadi. Tuproq zarrachalarining o'lchami diapazoni elaklash yo'li bilan o'lchanadi va zarrachalarning massa ulushiga nisbatan o'lchami grafigi bilan ifodalanadi. Mexanik shikastlanish zarrachalar o'lchami va burchak koeffitsiyenti ortishi bilan ortadi. Bu 6.4.4-paragrafda batafsil bayon etilgan. Drenaj osti va drenaj qatlamlaridagi o'tkir qirrali zarralar geosintetikaga katta mexanik zarar yetkazishi mumkin; aslida, bir necha yillardan so'ng namunalarni eksyumatsiya qilish va yopiq geosintetik to'siqlarda sizib chiqishni aniqlash bo'yicha tadqiqotlar ko'pincha teshiklar aniq aniqlanishi mumkin bo'lgan degradatsiyaning yagona shakli ekanligini ko'rsatadi.

Tuproqning ustki qismi yoki cho'kindilar to'liq to'yingan, qisman to'yingan yoki quruq yoki vaqti-vaqti bilan nam va quruq bo'lishi mumkin. Namroq iqlimlarda drenaj asosan pastga

qarab, eriydigan materiallarni pastki darajalarga tortadi, quruqroq iqlimlarda esa namlik sirtida bug'lanish orqali chiqib ketadi va natijada suvning yuqoriga ko'tarilishi ushbu eriydigan fraksiyalarni yuqoriga tortadi va ularni sirtga cho'ktiradi. To'yinmagan tuproqning suv miqdori lokal nisbiy namlik bilan tavsiflanadi.

Tuproq harorati faqat 10 m va undan ortiq chuqurlikda doimiy ($\pm 0,5$ °C gacha) bo'ladi. Uning qiymati sirtidagi yillik o'rtacha atmosfera haroratiga teng bo'ladi. Kundalik va mavsumiy o'zgarishlar yuzadan masofa ortishi bilan intensivlikning pasayishi bilan sodir bo'ladi. Masalan, atmosfera harorati va quyosh radiatsiyasining kunlik o'zgarishi 0,5 m chuqurlikda (Segrestin and Jailloux, 1988) va undan ham ko'proq Shimoliy mintaqalarda (1,2 m dan 1,5 m gacha) sezilmoqda. Yuqoriroq haroratlar polimerlarning eskirish va sudralish tezligini nomutanosib ravishda oshirgani sababli, ularning geosintetik xatti-harakatlariga ta'sirini sirtga yaqin o'rnatilgan material uchun hisobga olish kerak.

Xuddi shunday, juda sovuq harorat polimer materialning mo'rtligini oshiradi. Muzlatilgan tuproq yoki doimiy muzlashga alohida e'tibor beriladi, bu yerda muzlatilgan tuproq va geosintetikning birgalikdagi ta'sirini hisobga olish kerak.

Tuproqning ustki qismi odatda pH 5,5 dan 7 gacha, ammo kislotali yomg'ir ta'sirida bo'lgan anaerob yerlar yoki tuproqlar pH taxminan 4 ga teng bo'lishi mumkin. Atmosfera karbonat anhidrid yuzasi kislotaliligining oshishiga olib keladi. Ohaktosh yoki bo'rli tuproqlarning rN muhiti 8 dan 8,5 gacha bo'lishi mumkin. Geologik yotqiziqlar 2-jadvalda ko'rsatilganidek, rN ning keng diapazoniga ega bo'lib, 2 dan 10 gacha bo'lgan qiymatlar qayd etilgan.

2-jadval Ba'zi tipik minerallar va to'ldiruvchilar va ularning pH qiymatlari

Mineral	Formula	Maximum pH
feldshpat		
Albit	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	9 dan 10 gacha
Anortit	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	8
Ortoklaz	KAlSi_3O_8	8 dan 9 gacha
Qum		
kvars	SiO_2	7
muskovit	$\text{KAl}_2(\text{Al-SiO}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	7 dan 8 gacha
Loylar		
kaolinit	$\text{Al}_2\text{SiO}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	5 dan 7 gacha
karbonatlar		
dolomit	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	9 dan 10 gacha
kalsit	CaCO_3	8 dan 9 gacha

Binokorlik qurilishida bentonit va boshqa gillardan foydalanish, masalan, diafragma devorlarini qurish, tamponaj jarayonlari, poligon va tonnollarda qatlamlarni germetizatsiya qilish, pH ning 8,5 dan 10 gacha bo'lgan mahalliy ishqorli maydonlarni keltirib chiqaradi. Agar tuproqqa ohak (kalsiy gidroksid) bilan ishlov berilsa, u holda mumkin bo'lgan pH 11 gacha bo'lishi mumkin. Beton tagliklar ham yuqori ishqoriylikka ega bo'lishi mumkin (pH 11 va undan yuqori).

6.3 Geosintetik qurilmaga kimyoviy va biologik ta'sirlar

6.3.1 Umumiy

Polimer zanjirining poydevori buzilganda kimyoviy hujum eng jiddiy bo'ladi, bu to'g'ridan-to'g'ri mexanik xususiyatlarning yo'qolishiga va ko'pincha gidravlik xususiyatlarning yo'qolishiga olib keladi. Polimerlarning kimyoviy parchalanishi polimer turiga va tuproqning kislotaliligi yoki ishqoriyligiga qarab oksidlanish va gidrolizni o'z ichiga olgan turli xil jarayonlar bilan sodir bo'ladi. Kislotalilik va ishqoriylik pH, ya'ni neytral tuproqning pH qiymati 7 ga teng bo'lgan shkalada ifodalanadi, past qiymatlar kislotali tuproqlarni va yuqori qiymatlar ishqoriy tuproqlarni anglatadi.

Barcha kimyoviy reaksiyalar Arrenius qonuniga ko'ra yuqoriroq haroratlarda tezroq sodir bo'ladi (8.5.3.4 ga qarang).

6.3.2 PET va PA gidrolizi

Poliefirlar va poliamidlar gidrolizga moyil bo'lib, ular poliefir materiallarda ikki xil ko'rinishga ega. Birinchisi, ishqoriy yoki tashqi gidroliz pH 9,0 dan yuqori bo'lgan ishqoriy tuproqlarda, ayniqsa, kalsiy mavjud bo'lganda sodir bo'ladi va sirt hujumi yoki o'yish shaklida bo'ladi. pH 9 dan yuqori bo'lgan poliestarlardan uzoq vaqt davomida foydalanishda ehtiyot bo'lish kerak. Ikkinchisi, ichki gidroliz, pH ning barcha qiymatlarida suvli eritmalarida yoki nam tuproqlarda sodir bo'ladi. Gidroliz tezligi sekin, shuning uchun jarayon neytral tuproqlarda o'rtacha tuproq harorati 15 °C yoki undan past bo'lganda kam ta'sir qiladi, ammo kislotalarda tezlashishi mumkin. Qisman to'yingan tuproqdagi ichki gidrolizisining tezligi lokal nisbiy namlikka bog'liq. Gidrolizga sezgirlikni yetarli darajada yuqori molekulyar massaga ega bo'lgan poliefirni tanlash orqali aniqlash mumkin [ya'ni yuqori ichki qovushqoqlik (IV)].Mn ning o'rtacha molekulyar massasi 25 000 dan katta bo'lishi va karboksil-oxirgi guruhining soni 30 mkekV/g dan kam bo'lishi tavsiya etiladi.

6.3.3 PE va PPni oksidlash

Polipropilen va polietilen boshqa ko'pgina polimerlar kabi oksidlanishga moyil. Bu holat kimyoviy faollashtirilgan holatdagi o'tish metall ionlarining katalitik ta'siri bilan 100 m.u. dan past darajada (millionga bir qism) tezlashadi. Bulardan temir (Fe³⁺) ioni eng keng tarqalgan, ammo mis va marganes ham muhim ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatilgan. Biroq, oksidlanishga sezgirlik antioksidant stabilizatorlar yoki qo'shimchalarni qo'shish bilan keskin kamayadi (5.5 ga qarang) va aksariyat geotekstillar va geotarmoqlarda uchraydigan polimer tolalar yoki qovurg'alarda yuqori darajadagi oriyentatsiya tufayli kechikadi.

Ultrabinafsha nurlanish va kislorod diffuziyasi cheklangan oksidlash uchun parchalanish tezligi sirtning hajmga nisbatiga, shuningdek, qo'shimchalarning ekstraksiya va bug'lanish tezligiga bog'liq.

6.3.4 Biokimyoviy hujum

Biokimyoviy hujum odatda polimer turiga va biomassa o'sishiga qarab oksid-reduksiyasi orqali sodir bo'ladi. Parchalanish sharoitlari aerob, kislorod mavjud bo'lgan yoki anaerob bo'lishi mumkin.

So'nggi 25-yil ichida sintetik geotekstillarga na ichak ichida, na yer ostida mikroblar hujumi haqida hech qanday xabar yo'q. Faqatgina o'simlik tolalarini o'z ichiga olgan geotekstillar (ularning aksariyati tabiiy o'simliklar paydo bo'lgandan so'ng tanazzulga uchrash uchun ataylab mo'ljallangan) zararlanishi mumkin. Biroq, tuproqning ustki qatlamida bakteriyalar va zamburug'lar kabi mikroorganizmlar geotekstillarga, agar ular oziqlantiruvchi tarkibiy qismlarni o'z ichiga olsa va mikroorganizmlar qolgan polimerga kira olsa, hujum qilishi mumkin. Geotekstilda ishlatiladigan termoplastlarning uzun zanjirli molekulalari odatda mikrob hujumlariga chidamli. Shuningdek, past molekulyar komponentlar va ba'zi qo'shimchalar biodegradatsiyaga moyil bo'lishi mumkin, ammo bunga biostabilizatorlar bilan qarshi turish mumkin. Nazariy jihatdan mikroorganizmlar geotekstillarga kimyoviy hujum qiladigan degradatsiya mahsulotlarini ishlab chiqarishi mumkin. Tuproqni ko'mish sinovlari (EN 12225 va ASTM D3083) sodir bo'lishi mumkin bo'lgan har qanday reaksiyani rag'batlantirish uchun maksimal biologik faollikni ta'minlashga harakat qiladi, ammo sinovni yanada tezlashtirishning iloji yo'q.

Tuproqdagi geotekstillar kemiruvchilar va o'simlik ildizlari kabi hayvonlar bilan ham aloqa qiladi. Kemiruvchilar mahalliy ravishda geotekstilni buzishi mumkin, ildizlar esa unga kirib, uni to'sib qo'yishi mumkin. Kemiruvchilar hujumini simulyatsiya qilish uchun maxsus testlar taklif qilinmagan, CEN/TS 14416 esa ildizlarning kirib borishini tekshiradi.

6.3.5 Boshqa geosintetik to'siqlarga kimyoviy ta'sirlar.

PVC-P geosintetik to'siqlar ko'pchilik kislotalar, asoslar, tuzlar va spirtlarga yuqori kimyoviy barqarorlikka ega, ammo plastifikatorlarga benzol, trixloretilen va toluol ta'sir qilishi mumkin. PVC-P struksiyaga metil-etil-eton, tetragidrofuran va atseton kabi ketonlar hujum qilishi mumkin. Bu ta'sir PVC-P kabi amorf polimerlarda yanada muhimroqdir, bu yerda kimyoviy

moddaning juda kichik fraksiyalari, ko'pincha qo'shma suyuqlikka yordamchi qo'shimcha, kritik ishdan chiqishga olib kelishi ma'lum.

fPP geosintetik to'siqlariga kislorod (5.2.3) va galogenlangan alifatik uglevodorodlar, aromatik va alifatik uglevodorodlar ta'sir qilishi mumkin. Quyidagi kimyoviy moddalar: organik kislotalar, uchuvchan organik moddalar, moylar va mumlar va kuchli oksidlovchilar bilan uzoq muddatli aloqada bo'lganda ehtiyot bo'lish kerak. CSPE va EPDM geosintetik to'siqlariga yuqori konsentratsiyali aromatik va xlordan organik uglevodorodlarni o'z ichiga olgan sanoat chiqindilari suyuqliklari ta'sir qilishi mumkin (5.2.8 va 5.2.11 ga qarang).

Bitumli geosintetik to'siqlar qutbsiz erituvchilar, aromatik erituvchilar, alifatiklar yoki galogenlar bilan uzoq vaqt davomida yoki juda kuchli kislotali va asosli eritmalar ($\text{pH} < 2$ va $\text{pH} > 9$) bilan kontaktda bo'lmashligi kerak.

Geosintetik to'siqlarning mikrobiologik hujumga sezgirligi geotekstillar bilan bir xil.

EN 14414 da ko'rsatilgan kimyoviy moddalar va sintetik tanlab eritishlardan foydalangan holda poligonlarda geosintetik to'siqlarning kimyoviy hujumga chidamliligi uchun sinov tavsiyflangan, EN 14415 da esa qo'shimchalarni kimyoviy moddalar bilan tanlab eritish uchun sinov tavsiyflangan, bu esa qolgan polimerni oksidlovchi hujumga zaif qiladi.

3-jadvalda geosintetik to'siqlarni sinashning asosiy muqobil usullari keltirilgan.

3-jadval Geosintetik to'siqlarning chidamlilik sinovlari

Tavsifi	Standard	PV C	EPD M CSPE	fPP	PE	MB	GBR- C
Uglerodli qora dispersiya	ISO 18553				*		
Uglerodli qora kontent	ISO 6964			*	*		
Stress-kreking qarshiligi	EN 14576			*	*		
	ASTM D5397			*	*		
Oksidlanish induksiyasi vaqti (DSC)	ASTM D5885		*	*	*		
	ISO 11357-6	*	*	*	*		
Nurashga chidamlilik (UB)	ASTM D4355	*	*	*	*		*
	EN 12224	*	*	*	*	*	*
	ISO 4892-2	*	*	*	*	*	*
	ASTM G151		*				
	ASTM G154			*	*		
	ASTM G155			*	*		
	EN 1297-1	*	*	*	*	*	
Suyuqliklarga kimyoviy chidamlilik	ASTM D5747	*	*	*	*	*	
	ISO 175	*	*	*	*		
	EN 14030	*	*	*	*	*	*
	EN 14414	*	*	*	*	*	*
	EN 14415	*	*	*	*	*	*
Kimyoviy cho'ktirish protseduralari	ASTM D5322	*	*	*	*	*	*
	ASTM D5496	*	*	*	*	*	*
Mikroorganizmlarga chidamlilik	EN 12225	*	*	*	*	*	*
	ASTM G160	*	*	*	*	*	*
Oksidlanish	ASTM D5721	*	*				*
	ISO 13438	*	*	*	*	*	*
	EN 14575	*	*	*	*	*	
Suv so'rilishi	ASTM D1239			*			
	ISO 62	*	*	*	*		
Plastifikator tarkibi va molekulyar massasi	ASTM D2124						

Suyuqlanish oqimi indeksi	ISO 1133-1			*	*		
Yumshatish nuqtasi (halqa va to'p)	ASTM D36					*	
	EN 1427					*	
Uchuvchan moddalarning yo'qolishi	ASTM D1203	*		*			
Gilning bo'kish indeksi	ASTM D5890						*
Eskirgan geosintetiklarni baholash	EN 12226	*	*	*	*		

6.4 Yuklama va mexanik shikastlanishning ta'siri

6.4.1 Cho'zilish kuchi: sudralish va sudralish-uzilish

Polimerlar va metallar o'rtasidagi asosiy farq shundaki, normal ish haroratlarida va taranglashganda, polimerlar vaqt o'tishi bilan cho'ziladi, ya'ni ular o'rmalaydi. Bu, ayniqsa, mustahkamlangan tuproqli konstruksiyalarni loyihalashda muhim ahamiyatga ega.

Yuqori yuklamalarda sudralish oxir-oqibat sudralish sinishiga olib keladi, bu kuchlanish sinishi yoki statik charchoq deb ham ataladi. Qo'llanilgan yuklama qanchalik yuqori bo'lsa, hayot davomiyligi shunchalik qisqa bo'ladi. Agar mahsulotning ishlash muddati davomida uzluksiz qo'llanilsa, loyihalashtirilgan muddatdan keyingi kunning ertasiga siljishga olib kelishi taxmin qilingan eng katta yuklama faktoratsiyalanmagan loyihalashtirilgan yuklama sifatida aniqlanadi. Kichik yuklanishlarni hisobga olgan holda mustahkamlangan tuproq strukturasi to'liq qulashiga olib kelmasdan harakatlanishi yoki pasayishi bilan yaroqlilik chegarasiga yetishiga olib keladigan sudraluvchi deformatsiyani aniqlash ham bir xil darajada muhimdir. Buni izoxron egri chiziqlardan taxmin qilish mumkin (qarang ISO/TR 20432).

Mikroskopik darajada, polimerga yuk ta'sir qilganda, u uzun zanjirli molekulalarning cho'zilishiga yoki qayta joylashishiga olib keladi. Kristall sohalar yuk ostida nisbatan barqaror bo'lsa-da, amorf sohalar qayta joylashuvi sodir bo'ladi va t_g dan yuqorida ishlatiladigan polietilen va polipropilen kabi polimerlarda amorf sohalar shishasimon holatdan ko'ra kauchukda joylashgan bo'lsa, o'rmalash tezroq sodir bo'ladi va t_g dan pastda ishlatiladigan poliefir kabi haroratga sezgir bo'ladi. Yo'naltirilgan polimerlarda amorf sohalar orqali bir kristallitni boshqasi bilan bog'lovchi "bog'lovchi" molekulalar muhim rol o'ynaydi. Masalan, poliestir molekulalari, yuklanish ushbu yuqori kuchlangan molekulalarning yon shoxlarining joylashuvini o'zgartirishi mumkin, buning natijasida kesuvchi modul va xarakteristik S-shaklidagi kuchlanish-deformatsiya egri chizig'i vaqtincha qisqaradi. Ushbu qayta tartiblash jarayonlari yuklama va termik faollashuvning birgalikdagi ta'siri ostida davom etadi.

Geotekstilning cho'ziluvchanligi ISO 13431 ga muvofiq o'lchanadi, unda 200 mm kenglikdagi namuna belgilangan vaqt davomida doimiy yuk ostida joylashtiriladi, odatda 1 000 soat (olti hafta) yoki 10 000 (1,14 yil) va cho'ziluvchanligi kuzatiladi. Bunday sinovlar turli xil yuklamalar oralig'ida va, agar kerak bo'lsa, turli haroratlarda o'tkazilishi mumkin (qarang ISO/TR 20432). Kuchaytirilgan tuproqli strukturada yuklamaning bir qismi haqiqatan ham tuproqqa o'tkazilishi mumkin, shuning uchun havoda o'lchanadigan o'rmalash maksimal yoki konservativ qiymatni ifodalaydi.

Polimer geosintetik to'siqlarda krep-deformatsiya effektlari odatda loyihalashda ko'rib chiqilmaydi. Geosintetik to'siqlarda o'rnatish kuchlanishlari vaqt o'tishi bilan kuchlanishning relaksatsiyasi tufayli pasayishi mumkin, doimiy kuchlanishdagi kuchlanishning vaqtga bog'liq pasayishi, bu krepning ekvivalenti bo'lib, bir xil deformatsiya va harorat parametrlariga bog'liq. Biroq, sirpanish sinishi sezilarli bo'lishi mumkin, chunki polietilen kabi yo'naltirilmagan polimerlarda yuqori energiyali, yuqori yuklamalar ostida qisqa vaqt ichida sodir bo'ladigan ductile buzilishidan oldin pastroq yuklamalarda past energiyali, "mo'rt" buzilish shakli mavjud. Garchi bu ta'sir yaxshi tushunilsa-da, bu qisqa muddatli testlardan uzoq muddatli hayot davomiyligini bashorat qilish uchun foydalanish mumkin emasligini anglatadi va emaklash-uzilish xususiyatida "tizza"ga olib keladi. Sopolimerlanish va oriyentatsiyalash orqali yuqori molekulyar massali polimerdan foydalanish orqali o'rmalab yorilishga moyillikni kamaytirish mumkin. Yuklamalar ta'sirida yuqori haroratlarda uzoq vaqt sinovdan o'tkazilganda, siljish-uzilishlarga yetarlicha chidamlilikni ta'minlash uchun isbotlovchi sinov sifatida foydalanish mumkin.

6.4.2 Cho'zilish yukining atrof-muhit ta'siri bilan sinergiyasi (atrof-muhit kuchlanishi krekingi)

Atrof-muhit ta'sirlari odatda sudralish stressiga kam ta'sir qiladi, lekin sudralish-uzilish umrini qisqartirishi mumkin. Agar yuklama va atrof-muhit ta'sirining birgalikdagi ta'siri ularning individual ta'sirlari yig'indisidan katta bo'lsa, ular o'rtasida sinergiya mavjud deyiladi. Ekologik stress-kreking - bu yo'naltirilmagan polimerlarda past energiyali "mo'rt" siljishning tezlashishi, xususan, polimerni eritadigan va shishiradigan, molekulalarni ajratish va ajratishga imkon beradigan suyuqliklar. Polietilen kabi yarim kristalli polimerlar ESC ga sezgir, yo'naltirilgan tolalar va tortilgan geogridlarning qirralari esa unga chidamli (Wrigley 1987).

Geosintetik to'siqlarning ekologik stress-qarshiligi keng o'rganilgan. Ba'zi suyuqliklar sinov paytida yoriqlarning o'sishini ataylab tezlashtiradi. Zamonaviy markali polietilen ekologik stress-krekingga juda chidamli bo'lishi mumkin bo'lsa-da, ishlab chiqarish, o'rnatish yoki payvandlash paytida kiritilgan geosintetik to'siqda qoldiq kuchlanishlarning mavjudligini nazorat qilish va eritmaning kutilayotgan tarkibiga mos keladigan materialni tanlash kerak.

Kuchlangan yoriqlarga chidamlilikni yuk ostida o'yi namunalarni batof suyuqligiga botirish orqali o'lchash mumkin va yuk, suyuqlik konsentratsiyasi yoki haroratni oshirish orqali tezlashtirish mumkin (EN 14576; ASTM D5397). Bu mos keladigan chidamli materiallarni tanlash uchun skrining sinovini ta'minlaydi.

6.4.3 Mexanik yuklamaning nurash va oksidlanish jarayonlariga ta'siri

Mexanik kuchlanish, ayniqsa geosintetik to'siqlarda, GDFE va PPning fotooksidlanish va termik oksidlanish tezligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

6.4.4 O'rnatish paytida yuklanish: Mexanik shikastlanish

Mexanik buzilish tuproqning to'ldiruvchisi yoki donador drenaj qatlami va bosim ostida geosintetik qatlam o'rtasidagi to'g'ridan-to'g'ri aloqa natijasida yuzaga keladi. Yengil shikastlanishlar titilish, yuzalardagi tirnalanishlar va tolalarning ishqalanishidan iborat bo'lsa, yanada og'ir shikastlanishlar to'qima yoki listdagi kesmalar, yirtilishlar va perforatsiyalarni o'z ichiga olishi mumkin. Geotekstillar uchun qobiq yoki qoplamalar ular himoya qiladigan tolalarni ochish uchun kesilishi mumkin. Geosintez yuzasi ishqalanishi va yo'naltirilgan polimerlar yo'nalish yo'nalishi bo'ylab ajralishi mumkin. Ba'zi geosintetiklarning o'rnatish paytida mexanik shikastlanishga sezuvchanligi sovuq sharoitlarda oshishi mumkin. Shikastlanishning og'irligi granulyatsion materialning dag'alligi va burchakliligi va uskunaning qo'llaniladigan zichlash kuchi bilan ortadi va geosintetik qalinlik bilan kamayadi. Loy va qumlar ($d_{50} < 2 \text{ mm}$) odatda kam mexanik zarar yetkazadi.

Balandlikdan geosintetikga to'ldirish tushganda, ayniqsa eroziyani nazorat qilish uchun katta tog' jinslari yoki sement bloklari ishlatilganda jiddiy zarar yetishi mumkin. Batafsilroq ma'lumot "Watn and Chew" (2002) da berilgan. Bunday shikastlanish geosintetikning mexanik mustahkamligini pasaytirishi mumkin. Agar perforatsiyalar mavjud bo'lsa, bu gidravlik xususiyatlarga ta'sir qiladi.

Umuman olganda, o'rnatish usuli geosintetikning shikastlanishini oldini olishi yoki aniqlash va tuzatish usulini ta'minlashi kerak (masalan, sizib chiqish). Shikastlanish mos materialni tanlash yoki himoya qatlamini kiritish orqali cheklanishi mumkin. Biroq, agar ba'zi zararlar muqarrar bo'lsa, geosintetikning ishlashiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan xavf mavjud bo'lsa, sinovlar o'tkazilishi kerak. Ushbu sinovlar amalda qabul qilingan amaliyotga (ASTM D5818, umumiy ISO 13437) muvofiq haqiqiy tuproq va uskunalardan foydalangan holda ish unumdorligini tekshirish sifatida o'tkazilishi kerak. ISO 10722 - bu faqat materiallarni taqqoslash uchun ishlatilishi kerak bo'lgan indeks testi.

Armatura qo'llash uchun shikastlanish natijasida mustahkamlikning pasayishini hisobga olish uchun kamaytirish koeffitsiyentini qo'llash kerak. Qo'shimcha ma'lumotlar ISO/TR 20432 da keltirilgan.

6.4.5 Normal bosim: siqilish va singish

Normal bosim geosintezning uzoq muddatli deformatsiyasini keltirib chiqarishi mumkin va shuningdek, materialni, masalan, geonetskani geosintetik to'siq kabi yumshoq materialga kiritishga majbur qilishi va drenaj oqimini cheklab, ajratish masofasini kamaytirishi mumkin. Siquvchi siljish deformatsiyasi va, agar kerak bo'lsa, yiqilish vaqti EN 1897 yordamida o'lchanishi kerak.

6.4.6 Ishqalanish va dinamik yuklanish

Yo'llar, temir yo'llar yoki qirg'oq eroziyasidan himoya qilishda ishlatiladigan geosintetiklar dinamik yuklanishga duchor bo'lishi mumkin, bu esa geosintetikning qurilmadagi mexanik shikastlanishga o'xshash tarzda mexanik shikastlanishiga olib keladi. Tolalar va sochiluvchan termoplastlar mexanik toliqishga moyil bo'lsa-da, yemirilishning asosiy sababi ishqalanish va ishqalanishdir. ISO 13427 da mexanik abrazionlar uchun sinov berilgan, ammo mexanik charchash uchun sinov mavjud emas. Shu sababli, dag'al to'ldirishda kuchli dinamik yuk ostida ishlashga mo'ljallangan geosintetiklar maydon sharoitlarini simulyatsiya qiladigan yoki ta'kidlaydigan ishlash sinovlaridan o'tkazilishi kerak. Temir yo'l qurilmalarida dinamik yuklanish faqat vaqt-vaqti bilan qo'llanilishi mumkin, bu esa uzoq xizmat muddatini simulyatsiya qilish imkonini beradi.

7 Geosintezning chidamliligini isbotlash

7.1 Tarixiy rivojlanish

Niderlandiyada 1953-yildagi 150 000 gektar maydonni suv bosishi va 2000 kishining hayotiga zomin bo'lgan halokatli suv toshqinidan keyin sun'iy tolalardan tayyorlangan katta miqdordagi geotekstil ishlatilgan. Toshqinni to'xtatish va dengiz to'siqlarini qayta tiklash uchun millionlab kvadrat metr to'qima sintetik mato ishlatilgan, chunki o'sha paytda Yevropada qum qoplari uchun jut va dengiz tubini himoya qilish uchun tollar tugagan edi.

1960-yillarda asos sifatida foydalanish uchun bir qator noto'qima matolar ishlab chiqarilgan, granulali plombalar va zaif yer osti qatlamlari o'rtasida ajratish va filtrlash qatlamlari. 1970-yillarda bunday maqsadlar uchun turli xil mustahkamlovchi materiallar, masalan, og'ir yog'och va ekstrudirlangan geogridlar ishlab chiqilgan. Buyuk Britaniyadagi devorlarni ushlab turuvchi PE-HD geogridlarining birinchi qo'llanilishi, ehtimol, 1970-yillarning oxirida bo'lgan. Egiluvchan poliefir asosidagi to'qima geogridlar 1984-yildan boshlab ishlab chiqilgan va birinchi qo'llanilishi 1985-yil o'rtalarida Malayziyadagi avtomagistralda bo'lgan. Geotekstilni rivojlantirish uchun rag'bat tabiiy tolalarning yetishmasligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin bo'lsa-da, hozirda butun dunyo bo'ylab geotekstillar va geotarmoqlar tabiiy materiallarni almashtirish va boshqacha qiyin yoki imkonsiz bo'lgan tuzilmalarni osonlashtirish uchun ishlab chiqariladi.

Geosintetik to'siqlarni "kam xarajatli kanal laynerlari" sifatida o'rganish AQShda 1945-yilda, 1957-yilda PVC-P laynerining birinchi eksperimental o'rnatilishi va 1968-yilda konstruksiyalar spetsifikatsiyasi bo'yicha birinchi o'rnatish bilan boshlangan. Ilgari issiq purkalgan asfalt ishlatilgan. Birinchi PE-HD geosintetik to'siqlar 1970-yillarning boshlarida Germaniyada ishlab chiqarilgan va o'rnatilgan bo'lib, 1980-yillarning boshlarida ishlab chiqarish tez sur'atlar bilan ortib bordi, chunki geosintetik to'siq qoplama tizimlari Amerika poligonlarida tartibga solinadigan talabga aylandi. Birinchi yig'ma bitumli geosintetik to'siq 1974-yilda Fransiya temir yo'li ballasti ostida abarrier/separator sifatida o'rnatilgan. Geosintetik to'siqlarni ishlab chiqish uchun rag'bat tabiiy gil tuproqlarning yetishmasligi tufayli paydo bo'lgan bo'lishi mumkin, ammo ular hozirda butun dunyoda qo'llaniladi.

Geosintetik gil laynerlari 1980-yillarning boshlarida AQShda tabiiy gilga muqobil yoki yordamchi sifatida kiritilgan bo'lib, qattiq chiqindi poligonlari uchun kompozit laynerlarning birinchi qo'llanilishi 1986-yilda bo'lgan.

7.2 Tuproqdan olingan geosintetikadan chidamlilikning empirik dalillari.

7.2.1 Geotekstil

Geotekstil 50 yilga, 100 yilga yoki undan ko'proq vaqtga xizmat qiladimi? Bu savolga javob berish uchun biz so'nggi 45-yil davomida nimalar aniqlanganini empirik jihatdan tadqiq etishdan boshlashimiz kerak. Quyida chidamlilikni aniq ko'rsatuvchi ba'zi misollar keltirilgan.

Ushbu kuzatuvlarni tezlashtirilgan va boshqa laboratoriya sinovlari natijalari bilan taqqoslash mumkin.

Dastlabki davrda Sotton et al. (1982) o'rnatilgandan o'n-o'n besh yil o'tgach, Fransiya'dagi 25 ta saytdan olingan noto'qima poliefir va polipropilen-geotekstil namunalari haqida xabar berdi. Ushbu matolar filtr, separator va drenaj qatlami vazifasini bajargan. Cho'zilish mustahkamligining 30% gacha yo'qotilishi kuzatildi, ammo laboratoriya tahlilida kimyoviy yoki biologik hujum aniqlanmadi. Mustahkamlik darajasining pasayishi, asosan, o'rnatish jarayonida yuzaga keladigan mexanik shikastlanishlar bilan bog'liq degan xulosaga kelindi.

Keyingi o'n yillikda (1980-1990-yillar) Leflayve (1988-yil) Fransiyaning Poitiers shahrida 1970-yilda qurilgan 5 m balandlikdagi vertikal devor haqida xabar berdi. Bunda beton qoplama elementlariga 5 m uzunlikdagi poliestir tasmalar kiritilgan va pH 8,5 ga teng bo'lgan to'ldirishga mahkamlangan. Tasmalar 17 yildan keyin sinovdan o'tkazilganda, to'ldirish ichida uzilish kuchi 2% gacha, ammo tasmalar beton qoplama agregatlarga kirgan joyda 40% gacha pasayishi aniqlandi. Bu yerda pH qiymati ma'lum vaqt davomida 30 °C haroratda 13 dan 14 gacha yetgan deb hisoblangan. Keyingi tahlillar shuni ko'rsatdiki, bu degradatsiyani ishqoriy sirt hujumi (25%), ichki gidroliz (5% dan 10% gacha) va o'rnatish paytida mexanik shikastlanish bilan izohlash mumkin.

1990-yilda Wisse va boshqalar. 1978-yilda Oosterscheldening dengiz tubida yuvilishning oldini olish uchun blok matraslarning tayanchi sifatida qo'yilgan to'rt million kvadrat metr miqdorning bir qismi bo'lgan 1000 g/m² to'qima polipropilen namunalari haqida xabar berdi. Geotekstil to'qqiz yil davomida 10 °C dengiz suvida 3% kislorodning mahalliy parsial bosimi bilan bo'lgan. Doimiy yuklanish cho'zilish kuchiga nisbatan atigi 10% ni tashkil etdi. Polypropilenning ikkilamchi oksidlanishini mo'rtlash vaqti bilan loyihalash muddati belgilanishi kutilmoqda. Qolgan antioksidant tarkibini aniqlash uchun vizual tekshiruv va tahlildan so'ng, namunalar tezlashtirilgan pechda eskirdi va dastlabki material manbaidan olingan ochilmagan namunalar bilan taqqoslandi. Keyinchalik, dengiz suvida 10 °C haroratda mo'rtlanishning taxminiy vaqti 80 yildan 120 yilgacha deb hisoblandi.

1994-yilda Troost va boshqalar tuproqni ushlab turuvchi tuzilmadan olingan ko'p miqdordagi to'qilgan poliefir matoning holati haqida xabar berishdi. To'qilgan poliefir matoning vaqt o'tishi bilan degradatsiyaga uchrashi mumkinligini o'rganish maqsadida Niderlandiyada balandligi 4 m, qiyaliklari 2:1 va 4:1, bo'lgan ko'p qatlamli geotekstil armaturali devor qurildi. O'n uch yildan so'ng devor ehtiyotkorlik bilan demontaj qilinib, iplarning mexanik-kimyoviy xossalari o'rganildi. 50 m uzunlikdagi ko'tarma shimol va janubga qaragan yon bag'irlarni ta'minlash uchun sharqdan g'arbga yo'naltirilgan. Ushbu yonbag'irlar qisman bitum va o'simliklar bilan qoplanib, ultrabinafsha nurlar ta'sirining oldini olgan. Olingan mato sinovdan o'tkazilgandan so'ng, ko'tarmaning ichki qismidan ham, himoyalangan qiyaliklardan ham materialda gidroliz aniqlanmadi, ya'ni mexanik xususiyatlar, molekulyar massa ($M_w = 33\,000$) va karboksil-oxirgi guruhlar soni (23) o'zgarmadi. Himoyalangan shimoliy va janubiy qiyaliklarda uzilish kuchining 15% dan 50% gacha pasayishi kuzatildi, bu asosan gidroliz emas, balki ultrabinafsha nurlanishi bilan bog'liq degan xulosaga kelindi.

2006-yilda Harney va Holtz geotekstil ishlatilgan birinchi quvurli ko'prik yondashuvining ko'tarmalaridan qazib olingan to'qima poliefir geotekstilining degradatsiyasini o'rgandilar. 100 g/m² ko'p filamentli polistirolli to'qima 1972-yilda Shvetsiyada o'rnatilgan. Namunalar 2001-yilda olib tashlandi va baxtimizga saqlanib qolgan ba'zi bir asl arxiv materiallari bilan birgalikda sinovdan o'tkazildi. Juda ko'p hollarda arxiv materiallari mavjud emas va eskirgan materiallar natijalari nashr etilgan asl material spetsifikatsiyalari bilan taqqoslanadi. Agar ushbu talablar me'yoridan oshib ketsa, material "maqbul" deb hisoblanadi, bu degradatsiyaga uchramaslikni anglatadi. Eskirgan materialning parametrlarini haqiqiy o'lchangan etalon (arxiv) materiali bilan to'g'ridan-to'g'ri taqqoslash mumkin bo'lgandagina degradatsiyaning haqiqiy manzarasini olish mumkin.

Eksgumatsiyalangan namunada bir nechta yirtiqalar mavjud bo'lsa-da (ehtimol, o'rnatishning shikastlanishi), tola yuzasining mikroskopiya umumiy degradatsiyaning aniq shikastlanishini ko'rsatmadi. Shu bilan birga, o'rtacha tortishish kuchi 50% ga, uzilishdagi o'rtacha cho'zilish 30% ga, o'rtacha tortishish moduli 33% ga va o'rtacha valentlik moduli 10% ga 13% ga kamaydi. Biroq, avvalroq inshootlar shikastlanishini o'lchash amalga oshirilgan, inshootlar shikastlanishining va mexanik degradatsiyaning nisbiy miqdorini aniqlash imkoni bo'lmagan.

Harney va Holtzning ta'kidlashicha, o'rtacha chiqish mustahkamligining pasayishi Elias (2000) tomonidan taqdim etilgan kabi qurilmaning shikastlanishi (1,05 dan taxminan 3,0 gacha) va chidamliligi (1,1 dan taxminan 2,0) uchun ishlatiladigan odatiy pasayish omillariga mos keladi.

7.2.2 Geosintetik to'siqlar

PVC-P geosintetik to'siqlari (geomembranalar) 1950-yillarning o'rtalaridan beri kanal qoplamalari sifatida ishlatilgan bo'lsa-da, geosintetik to'siqlarning keng qabul qilinishi 1970-yillarning boshlarida geotexnik gidravlik ilovalarda qoplamalarni qurish uchun PE-HD dan foydalanishdan boshlandi. Ular 1980-yillarda chiqindixonalarda keng qo'llanila boshlandi. So'nggi 10-yil ichida ularning funksional chidamliligini baholash uchun ko'plab namunalar, asosan, lalmi maydonlardan olingan. Ushbu topilmalardan bir nechtasini keltirish qiziqarlidir; Hsuan et al. (1991), Dullmann et al. (1993), Brady et al. (1994), Rollin et al. (1994) va Rowe (1998).

Hsuan et al. (1991) yuqori zichlikdagi polietilenli geosintetik barer namunalarini yetti yil davomida xizmat qilgan suv yuvuvchi havzadan topdilar. PE-HD geosintetik to'sig'i hovuz yonbag'irlarining yuqori qismlarida ochilgan va hovuz tubida yuvilgan suvga botirilgan. Hovuzning ko'plab joylaridan olingan namunalarining makroskopik tahlili geosintetik to'siqda aniqlanadigan o'zgarishlar yo'qligini ko'rsatdi. Terilgan namunalarda mikroskopik xususiyatlarning faqat kichik o'zgarishlari aniqlandi va hech qanday kuchlanish krekingini o'lchash mumkin bo'lmadi.

Dullmann et al. (1993) 8 yildan 10 yilgacha ishlatilgan poligon yacheikasidan tiklangan PE-HD geosintetik to'siqning mexanik va kimyoviy xususiyatlarida hech qanday o'zgarishni kuzatmadi. Brady et al. (1994) shuningdek, ko'plab poligonlardan yig'ilgan HDPE geosintetik to'siq namunalarini tahlil qildi. Ularning zichligi va suv adsorbsiyasi bo'yicha aniqlanadigan o'zgarishlar aniqlanmadi. 30 yoshli namunalarda zarbaga bardoshlilikning 50% ga kamayishi va 15,5 yoshli namunalarda sezilarsiz pasayishi kuzatildi. PDPE namunalarining qattiqligi va uzilishdagi cho'zilishining pastligi aniqlandi.

Rollin et al. (1994) tomonidan yetti yillik poligon yacheikasining yuqori, yonbag'ir va pastki qismlaridan olingan PE-HD geosintetik to'siq namunalarini tahlil qilingan. Ajralishdagi mustahkamlikning biroz ortishi va uzilishdagi uzayishning pasayishi qayd etildi. Hujayra tubidan (suyulish bilan kontaktda) yig'ilgan namunalarining qarishi qiyaliklarda va tepalikda yig'ilgan namunalariga qaraganda biroz oldinga siljigan.

Rowe (1998) PE-HD geosintetik to'siq namunalarini 14 yil davomida xizmatda bo'lgan suvli hovuzdan topdi. Ochiq geosintetik to'siq uchun cho'zilish, kuchlanish- yoriqbardoshlik va S-OIT (standart oksidlanish induksiyasi vaqti) da pasayishi kuzatildi. Boshqa tomondan, tanlab eritmaga botirilgan namunalarda S-OIT variatsiyasi aniqlanmadi.

Ushbu natijalar va boshqalar PE-HD geosintetik to'siqlarining chidamliligini aniq isbotlaydigan ba'zi misollardir. Geosintetik to'siqlar xossalarida aniqlangan kichik o'zgarishlar ularning xizmat qilish muddati davomida ularning ishlashiga ta'sir ko'rsatmadi.

AQSH melioratsiya byurosi Amerika Qo'shma Shtatlarining shimoli-g'arbiy qismidagi irrigatsiya kanallarining 34 ta sinov uchastkalarida o'rnatilgan turli xil turdagi geosintetik to'siqlarni batafsil 10 yillik o'rganishni amalga oshirdi. Yakuniy hisobot 2002-yilda Swihart va Haynes tomonidan chiqarilgan. Kichik guruhlar "og'ir toshli" deb ta'riflandi. Laynerlarning to'rtta umumiy turi baholandi: suyuqlikli, faqat beton, ochiq geosintetik to'siq va beton qoplamali geosintetik to'siq. Ushbu to'rtta turning ushbu o'ta murakkab muhitda chidamliligi mos ravishda 10-15 yil, 40-60 yil, 10-25 yil va 40-60 yil deb baholandi. Geosintetik to'siqlardan 10 yillik ekspozitsiyadan so'ng quyidagi kuzatuvlar amalga oshirildi.

- PE-HD. Uzayish 90% ga, OIT 30% ga kamaydi, xizmat muddati 20 dan 25 yilgacha prognoz qilindi.
- PVC-P/geotekstil kompozit. Uzilish 70% ga kamaydi, xizmat muddati 10 yildan 15 yilgacha prognoz qilindi.
- CSPE. Kuchlanish kuchi 60% ga kamayadi, taxmin qilingan xizmat muddati 10 dan 15 yilgacha.
- 10 yillik ta'sirdan keyin.
- EPDM. Uzayish 30% ga kamaydi, xizmat muddati 15 yildan 20 yilgacha prognoz qilindi.
- PE-LLD. Kesish kuchi 10% ga kamaydi, taxmin qilingan xizmat muddati - 10 yildan 15 yilgacha.

Shuni ta'kidlash kerakki, kichik toifalar juda qo'pol edi, laynerlarga juda kam texnik xizmat ko'rsatildi va ular doimiy ravishda vandalizm va hayvonlarga zarar etkazildi.

Breul (2006) ma'lumotlariga ko'ra, 1974-yilda Fransiya temir yo'lida to'g'ridan-to'g'ri ballast ostida o'rnatilgan bitumli layner 1999-yilda "hali ham yaxshi ishlagan"

Germaniyadagi birinchi PE-HD laynerlaridan biri 1974-yilda jarosit shlamini o'z ichiga olish uchun o'rnatilgan. Ikkinchi inshoot 1984-yilda qurilgan. Tarnowski va Baldauf (2006) 2005-yilda ikkala hovuzdan olingan namunalarda o'tkazilgan sinov natijalari haqida xabar berishdi. 31 yildan so'ng, ular bir o'qli uzilish kuchlanishi va cho'zilishida yoki uzilish kuchida deyarli o'zgarmaganligini aniqladilar. Shu bilan birga, uzilish cho'zilishining 70% ga qisqarishi kuzatildi (30% saqlanib qoldi). Bir nuqtali o'yiqli doimiy cho'zuvchi kuchning kreking qarshiligi (SP-NCTL) juda past 5 soatni tashkil etdi va to'liq qalinlikdagi namunada S-OIT 5 daqiqani tashkil etdi, bu antioksidant qo'shimchaning bir qismi hali ham mavjudligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, qo'shimcha baholash uchun S-OIT namunalari ochiq sirt qatlamidan va geosintetik to'siq markazidan olingan. Geosintetik to'siq qalinligi aniqlanmadi, lekin 2,5 mm bo'lishi mumkin.

21 va 31-yildan so'ng 1974-yil laynerining yuza qatlamlarida S-OIT qiymatlari mos ravishda 71 min va 0 min, markaziy uchastkalarda esa mos ravishda 8,8 min va 4 min qiymatlarga ega bo'ldi. 21 yildan so'ng, 1984-yilgi material sirtida 5 daqika va markazda 65 daqiqaga ega edi. Kutilganidek, yuza qatlamlar himoyasini yo'qotadi va birinchi navbatda oksidlanadi. "Qalin bo'lsa, yaxshi" degan eski maqolda ham haqiqat bor.

Sirt qatlamlari birinchi navbatda oksidlanishi har qanday qo'yilgan, induksiyalangan yoki qoldiq kuchlanish ostida kuchlanish yoriqlari birinchi bo'lib sirtida paydo bo'lishini anglatadi. Sirtida ishga tushirilgandan so'ng, ular sirt oksidlanmaganida sodir bo'lganidan ko'ra, asl yadro materiali orqali tezroq tarqaladi. Shunday qilib, Tarnovski va Baldaufning ta'kidlashicha, saqlangan standart OITdan foydalanish, cho'ziluvchanlik xususiyatlaridan foydalanishdan ko'ra, tezlashtirilgan qarishdan keyin moddiy chidamlilikni baholashning sezgirroq usulidir. Shuningdek, ularning ta'kidlashicha, dastlabki OIT, termo- va fotooksidlashdan keyin saqlanib qolgan OIT va stress- yoriqbardoshlik "har bir [PE-HD] geosintetik to'siq spetsifikatsiyasida yaxshi aniqlanishi kerak bo'lgan [mustahkamlik] xususiyatlaridir."

1971-yilda akvakultura hovuzida o'rnatilgan qalinligi 0,5 mm bo'lgan PVC-P geosintetik to'siq Nyuman va boshqalar (2001) tomonidan 2000-yilda suv sathidan yuqoridan va pastdan namunalari olib tashlangandan so'ng sinovdan o'tkazildi. Barcha xususiyatlar birinchi marta 1983-yilda taqdim etilgan NSF 54 standartiga javob berdi. Biroq, boshqa shunga o'xshash holatlar kuzatilganidek, konditsiyalashda suv sathidan pastdagi namunalari olib tashlanganidan keyin biroz qattiqroq ekanligi kuzatildi. Xizmat davomida plastifikatorni ajratib olish uchun javobgar bo'lishi mumkin bo'lgan kimyoviy moddalarning o'zi, agar eritma layner bilan aloqada bo'lsa, plastifikator vazifasini bajaradi degan xulosaga kelindi. Biroq, PVC-P eritmada olib tashlanganda, kimyoviy moddalar PVC-P dan uchib chiqadi va dastlabki plastifikatorning kamayishi tufayli qattiqroq bo'lib qoladi. Shuning uchun, sinov paytida PVC-P geosintetik to'siq suyuqlik ostida qanday holatda bo'lsa, shunday holatda deb taxmin qilmaslik kerak.

Suyuq polimerlar bilan emas, balki qattiq polimerlar bilan plastifikatsiyalangan qalin PVC-P geosintetik to'siqlar Alp tog'laridagi baland to'g'onlarning yuqori qirg'oqlarida deyarli 20 yil davomida a'lo darajada xizmat qiladi, sirt degradatsiyasining hech qanday dalillari yo'q.

1990-yillarning boshlarida kiritilgan polipropilen geosintetik to'siqlar, ikkalasi ham mustahkamlanmagan (fPP) va kuchaytirilgan (RPP) aralash ko'rsatkichlarga ega. Chiqindi poligonlarining ochiq qalpoqlari uchun ba'zi RPP sinov namunalari 14 yil davomida yaxshi ishlagan va to'liq hajmli ochiq qalpoq 9 yildan ortiq vaqt davomida yaxshi ishlagan (Congdon et al., 1998). Boshqa hovuz laynerlari 15 yildan ortiq vaqt davomida yaxshi ishlagan. Shu bilan birga, qo'shimcha himoyaning yo'qolishi natijasida ochiq laynerlar, rezervuar laynerlari va qalqib chiquvchi qoplamalarda (Peggs, 2006) ba'zi stress-kreking muammolari mavjud. Ushbu keng qamrovli xatti-harakat va mustahkam PP geosintetik to'siqni aniqlashning eng yaxshi usuli bo'yicha tadqiqotlar davom etmoqda.

7.2.3 Geogridlar

Ularning xizmat ko'rsatish vaqti nisbatan qisqa bo'lganligi sababli, geotekstil va geosintetik to'siqlar samaradorligi baholangan darajada geotekstil va geosintetik to'siqlar samaradorligi o'rganilmagan. Umuman olganda, Allen va Bathurst (2002) armaturalangan devorlarda armatura elementlariga haqiqiy yuklanishlar inshootning loyihalashtirilgan muddati davomida o'rmalashning buzilishiga olib kelishi uchun zarur bo'lgan qiymatlardan ancha pastligini va ba'zi hollarda o'rmalash butunlay to'xtagandek tuyulishini kuzatishgan. Shunday qilib, mexanik chidamlilik adekvat deb tushuniladi.

Bright et al. (1994) tomonidan beton bilan qoplangan mexanik barqarorlashtirilgan tay-anch devordagi PE-HDgeogridli tuproqni mustahkamlash elementlarining 8-9-yillik xizmat muddati davomida yaxshi ishlashi haqida xabar berilgan. Arxiv namunalari bilan taqqoslaganda, ular yakuniy mustahkamlik va deformatsiyalanish, 1000 soatlik o'rmalash reaksiyasi, eritmaning reologiyasi, eritmaning harorat diapazoni, kristalligi va S-OITda "ahamiyatli o'zgarish"ni topmadilar.

10 yillik xizmatdan so'ng, Karlsruhe bosh stantsiyasining kirish qismidagi temir yo'l izlari ostidagi ushlab turuvchi devor tepasida, Jenner va Nimmesgern (2006) PE-HD geogridining uzilish kuchi hali ham asl material xususiyatlariga javob berishini aniqladi, ammo bu uzilishning cho'zilishi biroz pastroq edi. Arxiv materiallari bilan to'g'ridan-to'g'ri taqqoslash rejalashtirilgan, ammo xabar berilmagan. Oksidlanish-induksiya-vaqt o'lchovlari ham rejalashtirilgan, ammo tugallanmagan. Oxirgi holatda, shuningdek, yo'naltirilgan qovurg'alar bo'ylab (to'liq qovurg'a qalinligi bo'ylab) va ba'zan qovurg'adan qovurg'aga ko'ndalang panjaralar bo'ylab o'tgan bir nechta yoriqlar mavjud edi. Chuqurroq agregat sohasida qovurg'alarda faqat bir nechta yuza yoriqlari mavjud edi. O'rnatishdagi zarar va xizmat ko'rsatish paytida yetkazilgan zarar o'rtasida farq aniqlanmadi.

Ehtimol, geogridlarning eng keng qamrovli eksyumatsiya tadqiqoti Elias va boshqalar tomonidan amalga oshirilgan. (2000) AQSH Federal avtomobil yo'llari ma'muriyati uchun. Jami 24 ta geosintetik namunalari, ham geogrid, ham yuqori mustahkamlikdagi geotekstillar, shu jumladan HDPE. PP va PET 20 yilgacha xizmat qilgandan so'ng 12 ta joydan eksyumatsiya qilindi. Materiallar bo'yicha keng qamrovli sinov dasturi o'tkazildi, shu jumladan PE-HD da S-OIT va PET da karboksil-oxirgi guruhlarining soni va qovushqoqligi. Bundan tashqari, ilgari hech qanday o'rnatishdagi shikastlanish aniqlanmagan, shuning uchun o'rnatishdagi shikastlanish va xizmatdagi mexanik shikastlanishlarni ajratish mumkin emas edi. Elias va boshqalarning ta'kidlashicha, bu chidamlilikni o'rganishning muhim tarkibiy qismi bo'lib, o'rnatish paytida yoki arxivlangan va xususiylashtirilgan material orqali haqiqiy materialning to'liq polimer tavsifi hisoblanadi. Ko'rinib turibdiki, PETda kichik miqdordagi gidrolitik degradatsiya va PE-HD yoki PPda o'lchab bo'lmaydigan OIT yo'qotilishi mavjud bo'lib, bu mikrostrukturaviy degradatsiyani anglatmaydi. Ular bunday tanazzul taxminan 30 yillik xizmatdan keyingina namoyon bo'lishini his qilishdi.

7.3 Xulosa

Umuman olganda, geosintezning chidamliligi juda yaxshi ekanligini isbotlamoqda, ammo 40-50 yillik amaliy tarix hali ham juda uzoq emas, chunki ba'zi obyekt egalari past darajadagi radioaktiv chiqindilar kabi narsalarni to'xtatish uchun 1000 yil yoki ko'proq xizmat qilish muddatlarini qidirmoqdalar. Shunga qaramay, bajarilgan joyda, mexanik degradatsiya tezligi o'rnatilgan tiklanish va xavfsizlik omillaridan foydalangan holda kvazi-nazariy hisob-kitoblar doirasida ko'rinadi. Ehtimoliy dala sharoitida chidamlilikni o'rganish uchun qurilmaning shikastlanish miqdorini aniqlash, polimerlarni to'liq tavsiflash va arxiv namunalari to'g'ri saqlash muhimdir. Arxiv namunalari juda muhimdir, chunki bunday yosh texnologiyada sinovlar o'rnatish paytida foydalanilmagan bo'lishi mumkin bo'lgan yangi parametrlarga e'tibor qaratish uchun vaqt o'tishi bilan o'zgartiriladi. Misol uchun, mexanik xususiyatlardan ko'ra PP va PE-HD degradatsiyasini baholash uchun OITdan foydalanishni ko'rib chiqing va endi S-OITdan farqli o'laroq HP-OIT tendentsiyasini ko'rib chiqing. Bundan tashqari, asosiy polimerlar, sopolimerlar va ultrabinafsha/issiqlik qo'shimchalari ishlab chiqaruvchilar bilan va ishlab chiqaruvchilar ichida o'zgarib turishini, shuning uchun bir turdagi material bo'yicha olingan ma'lumotlar boshqasi uchun qo'llanilmasligi mumkinligini bilib oldik.

8 Yashovchanlikni baholash tartibi

8.1 Umumiy

8.1.1 Tekshirish zaruriyati

Ko'pgina qurilish muhandislik inshootlari uzoq muddatga, odatda 100 yil va undan ko'proq vaqtga mo'ljallangan. Tosh va po'lat kabi o'rnatilgan materiallar asrlar davomida ishlatilgan va tegishli ravishda saqlanganda, o'sha vaqt ichida chidamli ekanligini isbotladi. 6-bandda ta'kidlanganidek, geosintetika faqat 1960-yillardan beri mavjud bo'lib, ular ishlab chiqarilgan plastmassa va polimer tolalar 1930-yillarda yoki undan keyin ixtiro qilingan. Shuning uchun 100 yillik chidamlilikni faqat tajribadan boshlab ko'rsatish mumkin emas.

8.1.2 Umr bo'yi indeks testlari uchun testlash konsepsiyalari

Biroq hozir plastiklarning qanday degradatsiyaga uchrashi, bu jarayonning tezligi va uni qanday oldini olish mumkinligi haqida ko'p narsa ma'lum. Ushbu bilimlarga asoslanib, eng keng tarqalgan geosintez uchun 25, 50 yoki 100 yillik minimal chidamlilikni oqilona ishonch bilan bashorat qilish mumkin bo'lgan oddiy sinovlar o'rnatildi. Ushbu sinovlarga namunalari EN 13249:2016 B ilovasi va EN 13493:2018 A ilovasida keltirilgan. Zamonaviy bilimlar bilan 100 yildan ortiq umr ko'rish uchun indekslarning to'liq to'plamini aniqlash mumkin emas, ammo laboratoriya testi odatda unchalik murakkab emas, lekin haqiqiy ta'sirga qaraganda ko'proq konservativdir. 100 yildan ortiq umr ko'rish davomiyligini bashorat qilish tajribadan ekstrapolyatsiya qilish va asosiy indeks testlaridan tashqari tezlashtirilgan sinovlar aralashmasi asosida amalga oshirilishi kerak.

8.1.3 Chidamlilikni baholash qamrovi

8-bandda mavjud amaliyot asosida geosintezning chidamliligini baholashda amal qilinadigan tartiblar bayon etilgan. Uning xizmat muddati davomida geosintetik xususiyatlariga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan barcha kimyoviy va fizik jarayonlarni hisobga olish muhimdir. Baholash faqat geosintetikga tegishli bo'lib, u ishlatiladigan tuproq tuzilishiga emas. Tuproq va joyning gidravlik xususiyatlari haqida batafsil ma'lumot olmasdan turib, ham tuproqqa, ham geosintetikga bog'liq bo'lgan mexanizmlarni, masalan, tiqilish yoki sovuqni bashorat qilish mumkin emas.

Qoniqarli chidamlilik ko'p jihatdan loyihalash va o'rnatish sifatiga, xususan, poligonlar va suv omborlari kabi geosintetik konteynerlarga bog'liq. Bugungi kunga qadar sodir bo'lgan nosozliklarning aksariyati noto'g'ri loyiha, materialni noto'g'ri tanlash va yomon yoki nazoratsiz o'rnatish amaliyoti bilan bog'liq. Geosintetikning chidamliligini ishonchli ta'minlash uning joyida to'g'ri o'rnatilganligini taxmin qilishi kerak. Shuning uchun joylarda tayyorlangan choklar va payvandlashlar bundan mustasno.

Uzoq muddatli chidamlilikni baholash tartibi 8.5-paragrafda bayon etilgan. Quyidagi kichik bandlarga havola qilinadi:

- material (8.2.1);
- vazifasi va qo'llanishi (8.2.2);
- muhit (8.2.3);
- degradatsiya mexanizmi (8.2.4);
- loyihalash muddati (8.2.5);
- "hayotining tugashi" mezoni (8.2.6).

8.2 Jarayon

8.2.1 Material

Materialni quyidagicha ta'riflash kerak, qo'shimcha tafsilotlar 5-bandda keltirilgan:

- polimer va boshqa komponentlarning umumiy kimyoviy tabiati, masalan, qo'shimchalar va qoplamalar;

- geosintetik, masalan, to'qilgan yoki noto'qilgan, ekstruziyalangan to'r, qoplamali tolali tasma, geosintetik gilli to'siq, uzluksiz list hosil qiluvchi qalin yoki ingichka tolalarning fizik tuzilishi.

- geosintetik strukturaning bir qismini tashkil etuvchi tutashmalar.

8.2.2 Funktsiyasi va qo'llanilishi

ISO 10318-1 da tavsiflanganidek, geosintetikning to'siq funksiyasi, drenajlash, filtrlash, himoya qilish, mustahkamlash, ajratish va sirt eroziyasini nazorat qilish kabi funktsiyalarini aniqlash kerak. Bu funktsiyalarning barchasi ham 100 yil umr ko'rishni talab qilmaydi. Ba'zi ilovalar, masalan, yo'llarni qurish (ajratish) yoki aholi punktlarini qurish (ta'mirlash) paytida sirpanishning oldini olish vaqtinchalik loyihaga ega; boshqalari esa ta'mirlash yoki geosintetikni almashtirish oson bo'lishi mumkin. Biroq, tuproqni mustahkamlash, drenaj va tuproq to'ldirish uchun to'siqlar va tunnellar uzoq umr ko'rish talab qilinadigan va ta'mirlash yoki almashtirish faqat katta xarajatlar bilan mumkin bo'lgan odatiy misollardir.

8.2.3 Atrof-muhit

Atrof-muhit 6.1 (yer ustida) va 6.2 (yer ostida) kabi belgilanishi kerak, shu jumladan qo'lda qo'llash uchun loyiha harorati. Muayyan loyihalash harorati mavjud bo'lmaganda, 20 °C yer osti ilovalari uchun standart qiymat sifatida ishlatilishi kerak, bunda 6.2 da keltirilgan ekstremal holatlar bo'yicha izohlarga e'tibor bering.

8.2.4 Degradatsiya mexanizmi

Atrof-muhitning har bir jihati va uning potentsial zararli ta'siri har bir ilova uchun 8.2.2 da belgilanganidek ko'rib chiqilishi va ahamiyatlilik tartibida joylashtirilishi kerak. Ba'zi jihatlar ahamiyatsiz deb hisoblanishi mumkin. Boshqalar faqat kombinatsiyada ko'rib chiqilganda muhim bo'lishi mumkin (masalan, pH va harorat). Inqirozning ko'rib chiqilishi kerak bo'lgan turlari quyidagilarni o'z ichiga oladi (yo'l-yo'riq uchun 6.3 va 6.4-bandlarga qarang):

- mustahkamlikning pasayishiga yoki perforatsiyalarga olib keladigan qo'pol tuproqlar tufayli mexanik shikastlanish;

- oksidlash (masalan, PP va PE), bu antioksidant stabilizatorlarning qo'shilishi bilan sekinlashtirilgan mustahkamlikning yoki sirtning yorilib ketishining pasayishiga olib keladi;

- ultrabinafsha nurlar ta'sirida fotooksidlanish, umumiy nurash;

- mustahkamlikning pasayishiga olib keladigan suvli eritmalarida gidroliz (masalan, PET va PA);

- ishqoriy hujum (masalan, PET ga va PP va PE dagi qo'shimchalarga), bu ko'ndalang kesim va mustahkamlikning pasayishiga olib keladi;

- aerob sharoitda kislotali hujum (masalan, PA ga va PP va PE dagi qo'shimchalarga), bu esa mustahkamlikning pasayishiga olib keladi;

- polimerlarni shishirib yuborishi, qo'shimchalarni ishqorsizlantirishi yoki yuk ostida atrof-muhitning stress-yorilishiga olib kelishi mumkin bo'lgan erituvchilarning ta'siri;

- chiqindi oqava suvlar va ishqorlarning ta'siri; - chiqindi oqava suvlar va ishqorlarning ta'siri;

- chiqindi oqava suvlar va ishqorlarning ta'siri; - chiqindi oqava suvlar va ishqorlarning ta'siri;

- muzlash-erish, nam-quruq sikllari va ion almashinuvi (asosan GBR-C).

8.2.5 Loyihalash muddati

Loyihaning ishlash muddati 4.3-rasmda ko'rsatilganidek belgilanishi kerak.

8.2.6 "Umr tugashi" mezon

Hayotning oxirini aniqlash kerak. Bu geosintetik endi qoniqarli darajada ishlay olmaydigan nuqtadir. U qo'llanilishi va funksiyasi bilan bog'liq bo'lishi va iloji boricha miqdoriy jihatdan belgilanishi kerak (4.5 ga qarang). Umr tugashi mezonlariga misollar:

- mustahkamlikning va/yoki cho'zilishning foizli kamayishi (masalan. 30%),
- drenaj ko'ndalang kesimining foizli kamayishi (masalan; 50%),
- kuzatiladigan yorilish,
- o'tkazuvchanlikning oshishi (masalan 25%),
- PP yoki PE tarkibidagi qoldiq antioksidant stabilizatorlar (masalan 10%), mexanik degradatsiyadan oldingi va

- qoldiq OIT yoki HP-OIT.

8.3 Saqlash va o'rnatish paytida degradatsiya

8.3.1 Ob-havo

Ob-havoning ta'sirini aniqlash kerak. Ko'pgina geosintetiklar saqlash paytida va qurilish maydonchasida yorug'likka duchor bo'ladi, lekin xizmat ko'rsatishda qoplanadi. Yorug'lik ta'sirida degradatsiya quyosh radiatsiyasining ultrabinafsha tarkibiy qismi, to'g'ridan-to'g'ri quyosh nuri yoki issiqlik va namlik yordamida diffuz yorug'lik bilan bog'liq. Ayrim ob-havo ta'sirlari kun va tunning almashinishi yoki nam va quruq davrlarning almashinuvi bilan bog'liq.

Shuning uchun ASTM D4355 va EN 12224 kabi harorat va namlik sikllari bilan birgalikda yuqori darajadagi nurlanishni ta'minlaydigan tezlashtirilgan sinovdan foydalangan holda barcha geosintetiklarni ob-havo ta'siriga chidamliligini sinab ko'rish tavsiya etiladi.

hEN 13493-18 va hEN13249-16 bo'yicha EN 12224 standart usuli 50 MJ/m² nurlanish ta'siriga (uchraydigan ultrabinafsha nurlanish miqdori) asoslangan bo'lib, bu Janubiy Yevropada yozda bir oylik ta'sirga to'g'ri keladi. Sinov oxirida geotekstil tomonidan ushlab qolinadigan mustahkamlik, mahsulotning maxsus qo'llanilishi bilan birgalikda, 4-jadvalda ko'rsatilganidek, materialning joyida ta'sir qilishi mumkin bo'lgan vaqt davomiyligini belgilaydi:

4-jadval Geotekstillar uchun o'rnatish ekspozitsiyasi davri

Ilova	EN 12224 bo'yicha sinovdan o'tkazilgandan keyin mustahkamlik saqlandi	O'rnatish paytida maksimal ta'sir vaqti (qoplanmagan)
Uzoq muddatli mustahkamlik katta bo'lmagan sharoitlarda ar-maturalash yoki qo'llash	>80 %	1 oy ^a
	60 % dan 80 % gacha	2 Hafta
	<60 %	o'rnatish kunidagi qoplama
Boshqa ilovalar	>60 %	1 oydan 4 oygacha
	20 % dan 60 % gacha	2 Hafta
	<20 %	o'rnatish kunidagi qoplama
^a Mavsum va joylashuviga qarab, to'rt oygacha ekspozitsiya qabul qilinishi mumkin.		

Geosintetik to'siqlar holatida, agar joyning ta'sir qilish vaqti uch kundan kam bo'lsa va to'siq butun umri davomida yorug'likdan himoyalangan bo'lsa, hech qanday sinov o'tkazish zarur hisoblanmaydi.

hEN 13493-18 bo'yicha, agar ta'sir qilish vaqti 1 yilgacha bo'lsa, 350 MJ/m² nurlanish ta'siridan keyin material o'zining dastlabki mustahkamligi va cho'zilishini 75% saqlab qolishi kerak.

EN 12224 dagi usullarga o'xshash usullardan foydalangan holda kengaytirilgan sun'iy nurlantirish sinovlari uzoqroq vaqt davomida ta'sir qilinishi kerak bo'lgan formateriallar talab

qilinadi. Agar radiatsiya juda ko'p oshirilsa, geosintetikning harorati shunday darajaga ko'tariladiki, tezlashtirilgan sinov endi xizmat ko'rsatish samaradorligini ifodalamaydi. Bu tezlanish darajasini taxminan uch baravarga cheklaydi, natijada doimiy yorug'lik ta'sirida bo'lgan geosintetikning ishlash muddatini simulyatsiya qilish uchun ko'p yillik sinovlar talab qilinishi mumkin.

8.3.2 Mexanik shikastlanish

Geotekstillar uchun o'rnatish paytida shikastlanishning ta'sirini aniqlash kerak (6.4.4-ga qarang). O'rnatish paytida geosintetik to'siqlarning shikastlanishi to'liq qurilmaning geofizik tadqiqoti bilan qo'llab-quvvatlanadigan kontaktsiz materiallarni qat'iy nazorat qilish bilan cheklanadi. Agar o'rnatish tartiblari yomon bo'lsa, vaqtdan oldin ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin bo'lgan nuqsonlar kiritiladi.

8.4 Qisqa, o'rta va uzoq muddatli dasturlar.

Tabiiy tuproqlarda geosintetikning loyihalash muddati besh yildan kam bo'lgan va ishdan chiqish oqibatlarini kam bo'lgan ilovalar uchun faqat nurash sinovlari va agar kerak bo'lsa, mexanik shikastlanishlar zarur. Ba'zi bunday ilovalarda tuproq strukturasining o'zi uzoqroq loyihaviy xizmat muddatiga ega bo'lishi mumkin, ammo geosintetik endi muhim rol o'ynamaydi. Bunday davomiylik uchun geosintetik pH 4 va 9 o'rtasida va tuproq harorati 25 °C dan past bo'lgan tabiiy tuproqlarda mustahkamlamaslik uchun ishlatiladi. Geosintetik tarkibida biologik parchalanadigan materiallar mavjud emas, lekin uning tarkibida PCM yoki PIM bo'lishi mumkin.

Tabiiy tuproqlarda pH qiymati 4 dan 9 gacha, harorat 25 °C dan past bo'lganda va ba'zi geosintetiklar uchun 100 yilgacha yashashga mo'ljallangan ilovalar uchun chidamlilikni skrining sinovlari asosida ta'minlash mumkin. Ushbu ISO 13438, EN 14030, EN 12447, ASTM D5819, ASTM D6213, ASTM D6388 va ASTM D6389 indeks sinovlari ularning chidamliligiga shubha bo'lgan materiallarni chiqarib tashlash uchun mo'ljallangan. 3-jadvalda geosintetik to'siqlar uchun tegishli sinovlar keltirilgan. Ular tezlashtirilgan sinov usullariga asoslanadi va polimerlarning parchalanish jarayoni va tezligi haqidagi zamonaviy bilimlardan olinadi. Ular minimal hayotni bashorat qilish uchun ishlatilishi mumkin, chunki testlardagi sharoitlar odatda ekstremal, talab qilinadigan qisqa davomiylik tufayli zarur va konservativ deb hisoblanadi. Misol uchun, poliefir tolali mahsulotlarning gidrolizini o'z ichiga olgan EN 12447 uchun, 105 kJ/mol faollanish energiyasini nazarda tutuvchi indeks asosida 25, 50 va 100 yildan keyin minimal mustahkamlikni saqlashni ta'kidlash uchun yetarli ishonch mavjud. Barcha qayd etilgan standartlar bir xil umr ko'rmaydi, shuning uchun tafsilotlar ushbu standartlar bilan tekshirilishi kerak.

Skrining sinovlari doimiy sifat nazorati sinovlari uchun mo'ljallanmagan va tekshirilayotgan geosintetikning minimal xizmat ko'rsatish muddatini (vaqtdan-vaqtiga qarab farq qiladi) indikativ baholash sifatida ishlatiladi.

8.5 Uzoq muddatli chidamlilikni baholash

8.5.1 Umumiy

Tavsiflangan 8.3 va 8.4-rasmlarda holatlardan tashqari barcha holatlar uchun uzoq muddatli chidamlilikni baholang.

- loyihalash muddati 50 yildan ortiq bo'lgan barcha arizalar;
- gidrolizga moyil bo'lgan geosintezning barcha qo'llanilishi, bunda yuqori ishqoriy muhit pH >10,0 bo'lganda, ayniqsa ohak, sement yoki beton mavjud bo'lganda yoki pH >9 bo'lgan uzoq muddatli loyihani uchun mavjud bo'ladi
- poliamidni aerob kislotali muhitda, poligonlarda yoki ifloslangan yerlarda qo'llash,
- geosintetik material uzoq vaqt davomida 25 °C dan yuqori yoki 0 °C dan past haroratlarga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan ilovalar,
- qayta ishlangan materiallar, ular uchun ishlab chiqaruvchilar o'z xomashyosining bir xilligi ustidan yetarli nazoratni ta'minlashi kutilmoqda.

8.2.4-bandda sanab o'tilgan barcha bandlarni va qo'shimcha ravishda quyidagilarni ko'rib chiqing:

- o'tmish tajribasi, bu tajribaning shartlarini qayd etgan holda;

- sinov natijalari, xoh indeks, xoh samaradorlik sinovlari bo'lsin: samaradorlik sinovlarida umumiy testlash va baholash usuli belgilanadi; ma'lum parametrlar obyektga xosdir, masalan, to'lg'azuvchi poligon yuvilishini tanlash;
- hozirda geosintetik monitoring olib borilayotgan obyektlar;
- ma'lumotlarga ishonchlilik va sinov muddati va loyihalash muddati o'rtasidagi bog'liqlik.

8.5.2 Xizmatdan olingan dalillar

Geosintezning amalda bo'lgan har qanday tegishli dalillarini ko'rib chiqing.

Haqiqiy xizmat ko'rsatish muhitidagi degradatsiyani o'lchash eng ishonchli dalil hisoblanadi. Geosintetikadan faqat 1960-yillardan beri foydalanilayotganligi sababli, uzoq muddatli chidamlilik uchun dalillar cheklangan va ko'pincha to'liq emas yoki baholash o'tkazilayotgan sharoitlardan farq qiladigan sharoitlarga tegishli. Ba'zi misollar 7-bandda keltirilgan. Agar bunday ma'lumotlar mavjud bo'lsa, quyidagilarni ta'kidlash lozim.

- 5-bandda ta'riflanganidek, materialning o'zi haqida imkon qadar ko'proq ma'lumot olinishi kerak, agar iloji bo'lsa, bir vaqtning o'zida ishlab chiqarilgan arxiv materiali taqqoslash uchun taqdim etilishi kerak. Afsuski, arxiv materialidagi ma'lumotlarning qiymati saqlash shartlari tufayli cheklanishi mumkin. Afsuski, arxiv materialidagi ma'lumotlarning qiymati saqlash shartlari tufayli cheklanishi mumkin - 5-bandda ta'riflanganidek, materialning o'zi haqida imkon qadar ko'proq ma'lumot olinishi kerak, agar iloji bo'lsa, bir vaqtning o'zida ishlab chiqarilgan arxiv materiali taqqoslash uchun taqdim etilishi kerak. Afsuski, arxiv materialidagi ma'lumotlarning qiymati saqlash shartlari tufayli cheklanishi mumkin. Afsuski, arxiv materialidagi ma'lumotlarning qiymati saqlash shartlari tufayli cheklanishi mumkin.

- Atrof-muhit mumkin qadar batafsil ta'riflanishi kerak, bu 6.1 va 6.2-bo'limlarda tasvirlangan.

- materialning xizmat ko'rsatish muddati.

- Barcha kuzatilgan o'zgarishlar.

O'rnatish paytida mexanik shikastlanish va yorug'lik ta'sirining ta'siri, to'g'ri yoki noto'g'ri bajarilishi, ularni uzoq muddatli degradatsiyadan ajratib olish uchun aniqlanishi kerak. Taqqoslash uchun materialning shikastlangan yoki yorug'lik ta'siriga duchor bo'lmagan hududlarini topish mumkin.

O'zgarish tezligi vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkinligini hisobga olgan holda aniqlanishi kerak. Bu geosintetik uchun dominant deb hisoblangan temmexanizm degradatsiyasi bilan bog'liq bo'lishi va statistik ahamiyatga ega bo'lishi kerak. Hech narsa o'zgarmagani haqidagi fikrlar faqat taqqoslanadigan umrlar uchun chidamlilikni ta'minlashga yordam beradi. O'tmishda boshdan kechirilgan ekologik sharoitlar kelajakdagi loyihalash sharoitlari bilan bog'liq bo'lishi kerak, ular ko'pincha haqiqatda boshdan kechirilgandan ko'ra og'irroqdir. Tezlashtirilgan sinovlar o'tkazilganda, bir haroratdan boshqasiga o'tkazish uchun Arrhenius formulasi parametrlaridan foydalanish mumkin.

Ko'pincha o'tmishda ishlatilgan material kelajakda baholash kerak bo'lgan materialdan farq qiladi. Mahsulotlar vaqt o'tishi bilan o'zgaradi va o'xshashlik darajasi bo'yicha subyektiv hukm chiqarish kerak bo'ladi.

Bo'g'imlardagi nosozliklar sochiluvchan material uchun odatiy deb qabul qilinmasligi kerak, agar bo'g'imlar nosozligi hayotning tugashi bo'lsa, bashorat faqat shunga asoslangan bo'lishi kerak.

Kelajakdagi loyihalash shartlariga moslashtirilgan o'zgarish sur'ati "umr tugashi" mezoniga erishilganligini aniqlash uchun xizmat ko'rsatish muddatiga ekstrapolyatsiya qilinishi kerak. Agar mavjud bo'lsa, ekstropolyatsiya degradatsiya mexanizmiga asoslangan formuladan foydalanishi kerak. Aks holda, o'lchovlarga mos keladigan eng oddiy formuladan foydalanish kerak (Okkam prinsipi). Daraja qonuni munosabatlari tavsiya etiladi; ko'phadlar tavsiya etilmaydi. Agar hisoblash asoslari va uning cheklovlari tushunilmagan bo'lsa, kompyuter yordamida moslik va bashoratlar ehtiyotkorlik bilan ko'rib chiqilishi kerak. Logarifmik shkalalardan foydalanishga alohida e'tibor berish kerak, ular real kelajakning uzoq davrlarini diagrammada qulay qisqa

masofalarga jamlaydi. Amaldagi amaliyot shundan iboratki, ekstrapolyatsiya davomiyligi o'n martagacha jarima to'lamasdan amalga oshiriladi; katta miqdorlarni ekstrapolyatsiya qilish, agar boshqa ma'lumotlar bilan tasdiqlanmagan bo'lsa, ehtiyotkorlik omiliga olib kelishi kerak - masalan, ISO 20432:2007, 10-bandga qarang. Foydalanuvchi yuz yil aslida qancha vaqt ekanini hech qachon unutmasligi kerak. Oxir-oqibat, u nima maqbulligini aniqlaydi.

8.5.3 Tezlashtirilgan test

8.5.3.1 Umumiy

Tegishli tezkor testlarni bajaring.

Tezlashtirilgan sinovlarda degradatsiya tezligi degradatsiya agentining chastotasini oshirish, degradatsiyani keltirib chiqaradigan agentning og'irligini oshirish yoki ko'pincha haroratni o'zgartirish orqali ortadi. Barqarorlashtirilgan materiallar uchun eritib ajratib olish jarayonini jadallashtirish orqali yanada tezlashtirish mumkin (masalan, bug'latish, ekstraksiya, migratsiya). Tezlashtirilgan sinovlarning aksariyati allaqachon ma'lum va ilmiy adabiyotlarda termoplastika uchun keng ta'riflangan. Shu bilan birga, ma'lum sharoitlarda degradatsiyaga uchraydigan elastomer materiallar uchun tezlashtirilgan sinovlarni o'tkazish qiyinroq bo'lishi mumkin.

8.5.3.2 O'sish chastotasi

Degradatsiyalovchi agentning chastotasini oshirish faqat agent uzlukli bo'lgandagina mumkin. Tematik usul sanoatda, masalan, avtomobillarni loyihalashda keng qo'llaniladi. Geosintetika uchun bu usul faqat transport yuklanishi va suv toshqinlari kabi hollarda dolzarb emas, bu yerda haqiqiy yuklanish ostidagi vaqt sinovlarni xizmat ko'rsatish uchun kutilgan sharoitlarga ekvivalent bo'lgan sharoitlarda amalga oshirish uchun etarlicha qisqa davrga qisqartirilishi mumkin.

8.5.3.3 Kuchayish darajasi

Degradatsiya agentining og'irligini oshirish kimyoviy konsentratsiyani, kislorodning mavjudligini, ultrabinafsha nurlanish intensivligini (qarang 8.3.1) yoki mexanik yuklamani oshirish kabi usullarni o'z ichiga oladi. Agar degradatsiya tezligi va og'irlik (yoki konsentratsiya) o'rtasidagi bog'liqlik ma'lum bo'lsa, unda ehtimol bitta testni aniqlash mumkin. Aks holda, degradatsiya tezligini va uning agentning intensivligiga bog'liqligini aniqlash uchun bir nechta sinovlar o'tkazilishi kerak. Masalan, o'rmalab yorilishda turli namunalarga yuqori yuklamalar qo'llaniladi va yorilish vaqti kuzatiladi. Yuklanishning vaqtga nisbatan grafigi yoki ko'proq vaqt logarifmi uzilish vaqtini (buzilish tezligining teskarisi) va bu vaqt yuklamaga qanday bog'liqligini aniqlaydi. Grafik keyinchalik xizmat ko'rsatish muddatiga mos keladigan loyihaviy yuklamani aniqlash maqsadida uzoq xizmat ko'rsatish muddati va xizmat ko'rsatishda qo'llaniladigan past yuklamalar uchun sinovda qo'llaniladigan qisqa ishlash muddati va yuqori yuklamalardan ekstrapolyatsiya qilinishi mumkin. Tafsilotlar uchun ISO/TR 20432 ga qarang.

8.5.3.4 Haroratning ko'tarilishi

Harorat kimyoviy va fizik jarayonlarni tezlashtirish uchun juda keng qo'llaniladi. Tezlashtirilgan sinovlar natijasida uzoq muddatli degradatsiyani bashorat qilish faqat barcha sinov haroratlarida va xizmat ko'rsatish haroratida degradatsiya va buzilish mexanizmlari bir xil bo'lganda amalga oshadi.

Ekstrapolyatsiyada Arrhenius formulasidan foydalaniladi,

$$A = A_0 \exp[-E/(R \cdot T)]$$

Bu yerda

A degradatsiya darajasi;

A₀ doimiy hisoblanadi;

E jarayonning aktivlanish energiyasi, J/mol;

R universal gaz doimiysi (8,314 J/mol·K);

T absolyut harorat, K (harorat, °C + 273,15).

Sinovlar har xil haroratlarda va har bir holatda o'lgan degradatsiya tezligi A da amalga oshiriladi. Bu "tezlik," masalan, diffuziya tezligi, ishdan chiqish vaqtining teskarisi yoki kuchni ikki baravar kamaytirish vaqtining teskarisi bo'lishi mumkin. So'ngra parchalanish tezligining natural logarifmi ($\ln A$) absolyut harorat ($1/T$) ga teskari chiziladi. Agar nuqtalar to'g'ri chiziqda yotsa, xizmat ko'rsatish haroratida degradatsiya tezligini aniqlash uchun chiziqni ekstrapolyatsiya qilish mumkin. Chiziq gradiyenti $-E/R$.

Arrenius sinovlarini rejalashtirishda maksimal haroratning erish nuqtasiga o'tishi va minimal haroratning sinovning bashorat qilingan davomiyligiga o'tishi bilan cheklanishi mumkin. Harorat pog'onasi 10 °C dan oshmasligi kerak. Belgilangan vaqt oralig'ida o'lchashlarni amalga oshirish uchun dissertatsiyalar logarifmik ravishda ajratilishi kerak. Davomiyligi uzaygan taqdirda zaxira namunalari o'rnatilishi kerak. Agar javobni oldindan taxmin qilish mumkin bo'lsa, Arrenius testlarini rejalashtirish osonroq bo'ladi.

Arrenius testlari bir oiladagi mahsulotlarning keng assortimentini hisobga olgan holda, ma'lum bir xizmat muddati uchun eng konservativ holatni hisobga olgan holda skrining sinovlarini aniqlash uchun ishlatiladi [masalan, EN 13249 (B ilova) va EN 13493 (A ilova)].

Odatda, eng past sinov harorati loyiha haroratidan 20 °C dan oshmasligi kerak va vaqt o'tishi bilan ekstrapolyatsiya o'n martadan oshmasligi kerak. Agar buning iloji bo'lmasa, odatda sinov muddati juda uzoq bo'lishi sababli, bashorat qilingan mavjud mulkka xavfsizlik koefitsiyentini qo'llash kerak.

Harorat va yukdan bir vaqtning o'zida o'rmlash buzilishini bashorat qilish uchun foydalanish mumkin, vaqt-harorat o'zgarishi esa an'anaviy ravishda o'rmlash egri chiziqlarini ekstrapolyatsiya qilish uchun ishlatiladi. Tafsilotlar ISO/TR 20432 da keltirilgan. Oksidlanishni tezlashtirish uchun kislorod konsentratsiyasi va haroratdan bir vaqtning o'zida foydalanish mumkin (ISO 13438:2018).

Degradatsiya mexanizmlari bir xilligini tasdiqlash uchun degradatsiyaning har qanday ko'rinadigan belgilari, masalan, ishdan chiqish yuzalari bir xil ko'rinishi kerak. Masalan, sirtning yorilishi yoriqlar kislorodning mavjudligini oshirishi sababli nomaqbul o'zgarish bo'lishi mumkin; xuddi shunday to'siq qatlamining rivojlanishi qarama-qarshi sababga ko'ra qabul qilinishi mumkin emas, chunki u kislorod oqimini cheklashi mumkin. Ekstrapolyatsiya uchun ishlatiladigan grafikda nokink bo'lishi kerak. Xizmat harorati va maksimal sinov harorati o'rtasida fazaviy o'tish bo'lmasligi kerak, masalan, shisha o'tish harorati, agar o'tish degradatsiyaga ta'sir qilmasligini ko'rsatmasa (5.1.1-ga qarang). Polimerni qayta ishlash jarayonida himoya qilish uchun mo'ljallangan antioksidantlar yuqori haroratlarda samarali bo'ladi, boshqalari esa past haroratlarda uzoq muddatli chidamlilikni uzaytirishi mumkin. Shu sababli, oksidlanish induksiyasi vaqti va yuqori haroratlarni o'lchash sifat nazorati uchun foydali, ammo odatda uzoq muddatli degradatsiyani bashorat qilishda ishlatilmasligi kerak.

Agar o'lchanadigan xususiyat (masalan, poliefirning ichki qovushqoqligi) geosintetikning talab qilinadigan xususiyatidan (masalan, mustahkamlik) farq qilsa, ikki xususiyat o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatish kerak bo'ladi, bu vaqt va harorat oralig'ida amal qiladi.

Shishadan o'tish harorati juda past bo'lgan polimerlar uchun Arrenius testlaridan poliolefinlar va elastomerlar sifatida foydalanish, molekulyar harakat vaqt va harorat bilan chiziqli deb hisoblanishi mumkin bo'lgan harorat oralig'ida cheklangan. Shunday qilib, maksimal haroratni poliolefinlar uchun 100 °C va EPDM uchun 80 °C gacha cheklash juda muhimdir.

Agar ikkita ketma-ket jarayon mavjud bo'lsa, masalan, polietilen geosintetik to'sig'idagi antioksidant asta-sekin iste'mol qilinadigan bosqich, keyin esa mustahkamlik asta-sekin pasayadigan bosqich bo'lsa, har bir bosqich uchun alohida Arrenius egri chiziqlarini aniqlash kerak bo'lishi mumkin. Birinchi bosqichda stabilizatorning yo'qotilishi, ikkinchi bosqichda esa mustahkamlikning yo'qolishi kuzatiladi. Har bir bosqichning sodir bo'lish davri xizmat ko'rsatish harorati uchun hisoblanadi va nihoyat ikkita davr qo'shiladi.

8.5.3.5 Kimyoviy degradatsiyaga misollar va tezlashtirilgan sinovlar

8.5.3.5.1 Oksidlanish

Birinchi navbatda polipropilen va polietilen, poliamidlar va PVAL kabi poliolefinlarga nisbatan qo'llaniladigan oksidlanishga chidamlilik bo'yicha indeksli sinov usuli ISO 13438, teng ustuvorlikka ega bo'lgan usulning ikkita muqobil turini o'z ichiga oladi. Pech sinovlarida (A usul) harorat yakka holda oshiriladi; bosim ostida kislorod sinovida (B usul) material suvli eritmaga joylashtiriladi va 5 MPa kisloroddan past haroratda qizdiriladi, bir vaqtning o'zida og'irlik va harorat oshadi. Pech sinovlarida (A usul) harorat yakka holda oshiriladi; bosim ostida kislorod sinovida (B usul) material suvli eritmaga joylashtiriladi va 5 MPa kisloroddan past haroratda qizdiriladi, bir vaqtning o'zida og'irlik va harorat oshadi.

5-jadvalda mustahkamlovchi va mustahkamlamaydigan geosintetik usulning sinov parametrlari kutilayotgan xizmat muddatiga ko'ra keltirilgan:

Oksidlanish testidan oldin sinov namunasi suvda 80 °C haroratda 28 kun davomida tanlab eritish samaradorligiga ega bo'lishi uchun saqlanadi va shundan so'ng oksidlash quyidagi jadvalda ko'rsatilganidek, pechda qo'llaniladi.

5-jadval Kutilgan xizmat muddatiga ko'ra oksidlanish davomiyligi

Usul	Material	Materialni qo'llash	Xizmat muddati	Birinchisi: Suvdagi harorat va davomiylilik	Ikkinchisi: Pechdagi harorat va davomiylilik
A	Polipropilen (PP), Polietilen (PE), Poli-amid (PA) va Aramid (AR)	mustahkamlanmaydigan va mustahkamlanadigan	25 yillar	28 kun davomida 80 °C	28 kun davomida 100 °C
			50 yillar	28 kun davomida 80 °C	56 kun davomida 100 °C
			100 yillar	28 kun davomida 80 °C	112 kun davomida 100 °C

Sinov ta'siridan so'ng, ushlab qolinadigan mustahkamlik namunalarning uzilishdagi mustahkamligining 50% dan oshishi kerak.

B usul PVAL materiallari uchun Arrenius usuli bo'lib, sinov harorati belgilangan. Ushbu o'ziga xos usulning qo'llanilishi, bu yerda uzoq muddat ishlashi yetarli darajada isbotlanmagan materiallar uchun qo'llaniladi, yangi material sifatida ko'rib chiqilishi mumkin bo'lgan PVAL uchun asit holatidir.

Ushbu sinov usullari normal tuproq va haroratga 100 yillik chidamlilikni ta'minlaydi deb ishoniladi. Biroq, usullarning o'zi kengroq qo'llanilishi mumkin, xususan, Arrenius diagrammasi yordamida boshqa polimerlarni bashorat qilish uchun. Ikkita ketma-ket jarayon mavjudligi sababli, oxirgi bo'limda tavsiflangan protsedurani qabul qilish kerak: birinchi bosqich kimyoviy tahlil, OIT yoki HP-OIT yordamida stabilizatorlar miqdorining kamayishini o'lchash orqali, ikkinchi bosqich esa mustahkamlik yoki cho'zilishning kamayishini o'lchash orqali nazorat qilinishi kerak. So'ngra Arrenius egri chiziqlarini bashorat qilishning alohida bosqichini aniqlash amalga oshiriladi. Ko'pgina geosintetiklar uchun standart OIT testi yetarli, ammo murakkab aminostabilizatorlarni o'z ichiga olganlari HP-OIT testidan foydalanishni talab qilishi mumkin.

Ekspozitsiya paytida sinovdan o'tkazilgan mahsulotning parchalanish holatini qo'shimcha ravishda tavsiflash mumkin, masalan, karbonil indeksi, peroksid miqdori yoki suyuqlanma oqimi indeksini aniqlash. Stabilizatorning holati va tarkibini OIT, HP-OIT yoki kimyoviy tahlil yordamida aniqlash mumkin.

8.5.3.5.2 Ichki gidroliz

Ba'zi polimer tolalar gidrolizga moyil. Buni iplarni issiq suvga ta'sir qilish va ma'lum bir tiklanish kuchi va harorat o'rtasidagi Arrenius munosabatini o'rnatish orqali taxmin qilish mumkin. Prinsip jihatdan EN 12447 da tasvirlangan indeks sinovi Arrenius diagrammasini olish uchun past haroratlarga va uzoqroq vaqtlarga uzaytirilishi mumkin (qarang EN 13249:2016 B ilova) (Schmidt et al 1994)

Agar iplar yakuniy mahsulotda qoplangan bo'lsa, qoplamali poliefir iplarni sinovdan o'tkazishni ko'rib chiqish kerak.

Izoh: To'liq to'yinmagan tuproqlarda gidroliz tezligi nisbiy namlikka taxminan mutanosib ravishda kamayadi.

8.5.3.5.3 Aerob sharoitda ishqorlar va kislotalarga chidamlilik

EN 14030 da tasvirlangan geosintetikaga kislotali va ishqoriy hujumni aniqlash usullari Arrenius diagrammasini olish uchun pastroq haroratlarga va uzoqroq vaqtga o'xshash ravishda kengaytirilishi mumkin.

Shuni hisobga olish kerakki, juda tajovuzkor suyuqliklarda parchalanish sirt eroziyasiga olib kelishi mumkin, bu Arrenius munosabatidan foydalangan holda bashorat qilish juda qiyin.

8.5.3.5.4 Biologik ta'sirlarga chidamlilik

Geosintezda keng qo'llaniladigan yuqori molekulyar sintetik polimerlar, umuman olganda, zamburug'lar va bakteriyalar ta'siriga uchramaydi (qarang: 6.3.1). EN 12225 maksimal biologik faollik sharoitida sinov muddati davomida xossalarning statistik jihatdan sezilarli darajada yo'qotilishini aniqlash uchun qo'llanilishi mumkin bo'lgan sinov usulini tavsiflaydi. Sinov ushbu maksimal sharoitlarda degradatsiya tezligini ma'lum bir saytdagi bilan taqqoslash uchun mo'ljallanmagan. Toza (qayta ishlanmagan) polietilen, polipropilen, poliefir (polietilentereftalat: PET) va poliamidlar 6 va 6,6 hamda biologik chidamliligi ko'rsatilishi mumkin bo'lgan boshqa polimerlar uchun sinov talab etilmaydi. Bitumli geosintetik to'siqlar uchun sinov o'tkazish kerak. Tadqiqotlarda oksidlangan bitumning tuproqdagi bakteriyalar va mog'orlar ta'sirida aerob destruksiya biologik hujum orqali underaerob sharoitda va biologik destruksiya turli namlik sharoitlarida sodir bo'lganligi ma'lum bo'ldi.

Hayvonlarning kovlashga chidamliligi yetarli darajada mustahkam va mustahkam materialni tanlashni talab qiladi. Uzoq muddatli chidamlilikka mos usullar bilan baholanishi mumkin emas.

8.6 Chidamlilikni bashorat qilish

8.6.1 Yashovchanlik to'g'risida bayonnoma

Materialning chidamliligi, uning vazifasi va atrof-muhit sharoitlari 8.1.2 va 8.2.1 dan 8.2.6 gacha belgilanganidek bo'lishi kerak.

Chidamlilik haqidagi bayonotlarga misollar quyidagicha. Ular geosintetik funksiyaga mos keladigan mavjud va talab qilinadigan xususiyatlarga (4.2 ga qarang) tegishli.

- Loyihalash muddati oxirida mavjud mulkning o'zgarishi bashorat qilinmaydi.
- Mavjud xususiyatning o'zgarishi loyihalash muddatining oxirida bashorat qilinadi va uning darajasi maqbul bo'ladi (1-rasmga qarang).
- loyihalash muddatida mavjud bo'lgan bashorat qilinayotgan mulkning talab qilinayotgan bashorat qilinayotgan mulkka nisbati maqbul hisoblanadi (2-rasm, 3-bandga qarang).
- Loyihalashtirilgan xizmat muddati va bashorat qilingan xizmat muddati o'rtasidagi farq maqbul hisoblanadi (2-rasm, 5-bandga qarang).
- Geosintetik ma'lum bir yillardan keyin almashtirilishi kerak.
- Degradatsiya darajasini aniqlash uchun ma'lum bir yildan so'ng geosintetik namuna olinishi kerak; almashtirish to'g'risidagi qaror natijaga bog'liq bo'ladi.

Agar tajriba va tezkor sinov natijalari mavjud bo'lsa va bir xil sifatga ega bo'lsa, unda tezkor sinov natijalari ma'lum sayt sharoitlari uchun degradatsiya tezligini bashorat qilish uchun ishlatilishi kerak. Keyin buni kuzatish bilan taqqoslash mumkin. Agar tafovut mavjud bo'lsa, tezlashtirilgan testlar bo'yicha bashoratlar joydagi kuzatuvlarga mos kelishi kerak. Tajribalar natijalari yetarli darajada aniq belgilangan taqdirda, ularga ustuvorlik berilishi kerak.

8.6.2 Ishonchlilik darajasi

Natijaga bo'lgan ishonchni bildiring. Bu butun mahsulotning o'zgaruvchanligini hisobga olishi kerak; masalan, bashorat qilingan mustahkamlik ishlab chiqaruvchining sifatni ta'minlash tizimi uchun maqbul bo'lgan minimal mustahkamlikni hisobga olishi kerak. Faqat o'lgan individual natijalarga asoslangan statistik noaniqlik hisob-kitoblari butun ishlab chiqarish uchun representativ bo'lmasligi mumkin. Ekstrapolyatsiya 8.5.3.4-rasmda ko'rsatilganidek cheklanishi kerak.

Agar ishonch darajasi past bo'lsa, masalan, kengaytirilgan ekstrapolyatsiya bo'lsa yoki natijalar sifatsiz bo'lsa, ehtiyot bo'lish kerak, masalan, buzilish darajasini tekshirish uchun

loyihalash yoki rejalashtirish tekshiruvlari oralig'ida xavfsizlikning yuqori koeffitsiyentini qo'llash orqali.

8.7 Kelgusi tekshiruvni rejalashtirish

Iloji bo'lsa, kelajakda qazib olish va tekshirish uchun namunalarni o'rnatish.

Har bir taxmin - bu taxmin. U faqat moddiy va uning potensial degradatsiyasi haqida ma'lum bo'lgan narsalarni hisobga olishi mumkin. Yuqoridagi usullar ESC kabi sinergetik jarayonlarni hisobga olmaydi. Kelajakda yaxshiroq ma'lumot olish uchun namunalarni degradatsiya nazorat qilish uchun ularni belgilangan vaqt oralig'ida chiqarib olish maqsadida o'rnatish tavsiya etiladi. Bunda ISO 13437 ga murojaat qilish va quyidagilarni ta'kidlash lozim.

- Kuzatiladigan xususiyatlar, shuningdek, o'lchash chastotasi oldindan hal qilinishi kerak va shunga mos ravishda namunalar soni va o'lchami tanlanishi kerak. Imkon qadar, xossalar tezlashtirilgan sinov natijalari bilan taqqoslanishi uchun tanlanishi kerak.

- Ekstraksiyalash usuli boshidanoq strukturaning buzilishini va namunalarning shikastlanishini minimallashtirish uchun rejalashtirilgan bo'lishi kerak.

- Moddiy o'zgaruvchanlikning ta'sirini nazorat qilish va minimallashtirish kerak.

- Mexanik shikastlanishning qurilmaga ta'sirini hisobga olish kerak, masalan, o'rnatish va keyin darhol namunalarni chiqarib olish orqali, ular keyinchalik qurilmaga zarar etkazgan, ammo uzoq muddatli buzilishga uchramagan.

- Namunalarning joylashuvi aniq belgilab qo'yilishi yoki rejada belgilab qo'yilishi kerak.

- Barcha yozuvlar uzoq yillar davomida qayta tiklanishi mumkin bo'lgan shaklda saqlanishi kerak.

- Atrof-muhitni nazorat qilish kerak.

- Nazorat materiali saqlanishi va tegishli muhitda saqlanishi kerak. Umuman olganda, sovuq va qorong'i muhit tavsiya etiladi. Ayrim polimerlar uchun maxsus muhitlar ko'rib chiqilishi mumkin.

Bundan tashqari, yuqori haroratlarda, lekin uzoq vaqt talab qiladigan, masalan, 60 °C, 70 °C va 80 °C haroratlarda materialda uzoq muddatli laboratoriya sinovlarini o'tkazish va degradatsiya haroratlarini kuzatish mumkin. Ular aniqlanganda, chidamlilikni yuqori darajadagi ishonch bilan qayta baholash mumkin.

O'rnatilgan namunalardan olingan dalillar uzoq yillar davomida mavjud bo'lmasa-da, yaxshi rejalashtirilgan ekstraksiyalar kelajakda muhim ma'lumotlarni beradi, xususan, xususiyatlarning boshlang'ich yo'qolishi yoki kutilmagan ta'sirlardan ogohlantirishda.

Bibliografiya

- ISO 62, Plastics - Suv yutuvchanligini aniqlash
- ISO 175, Plastics - Suyuq kimyoviy moddalarga botirish ta'sirini aniqlash uchun sinov usullari.
- ISO 1133 (barcha qismlar), Plastics - Termoplastlarning suyuqlanma massa sarfi (MFR) va suyuqlanma hajmiy sarfi (MVR) ni aniqlash.
- ISO 4892-2, Plastiklar - Laboratoriya yorug'lik manbalariga ta'sir qilish usullari - 2-qism: Ksenon-yoyli lampalar.
- ISO 6964, Poliolefin quvurlar va fittinglar - Qizdirish va piroliz yo'li bilan uglerod qoraligini aniqlash - Sinov usuli
- ISO 10722, Geosynthetics - Takroriy yuklanishlarda mexanik shikastlanishni baholash uchun indeksli sinov tartibi - Donador material tufayli yetkazilgan zarar (laboratoriya sinov usuli)
- ISO 11357-6, Plastmassalar - Differensial skanerlash kalorimetri (DSC) - 6-qism: Oksidlanish induksiya vaqtini (izotermik OIT) va oksidlanish induksiya haroratini (dinamik OIT) aniqlash.
- ISO 13427, Geosintetika - abraziv shikastlanishni modellashtirish (surma bloklari sinovi)
- ISO 13437, Geosynthetics - chidamlilikni baholash uchun dalada namunalarni o'rnatish va olish.
- ISO 18553 Poliolefin quvurlar, fittinglar va birikmalarda pigment yoki uglerodli qora rangning dispersiya darajasini baholash usuli.
- ISO/TR 20432:2007, Tuproqni mustahkamlash uchun geosintezning uzoq muddatli mustahkamligini aniqlash bo'yicha yo'riqnoma.
- ASTM D36, Bitumni yumshatuvchi standart sinov usuli (halqasimon apparat)
- ASTM D439 - tog' jinslari massivining in situ deformatsiyalanish modullarini aniqlash uchun standart sinov usuli.
- ASTM D471, Rezina xossalarini sinashning standart usuli - Suyuqliklarning ta'siri.
- ASTM D1203, faollashtirilgan uglerodli usullar yordamida plastiklardan uchuvchan moddalarni yo'qotish uchun standart sinov usullari.
- ASTM D1239, plastik plyonkalarni kimyoviy moddalar bilan ekstraksiyalashga chidamliligini sinashning standart usuli.
- ASTM D2124, infraqizil spektrofotometrik usul yordamida poli (vinilxlorid) birikmalardagi komponentlarni tahlil qilish uchun standart sinov usuli.
- ASTM D2857, polimerlarning suyultirilgan eritmasining qovushqoqligi bo'yicha standart amaliyot.
- ASTM D3083, Hovuz, kanal va suv ombori qoplamasi uchun egiluvchan poli (vinilxlorid) plastik qoplama uchun spetsifikatsiyasi.
- ASTM D4355, Ksenon yoyli qurilmada geotekstillarning yorug'lik, namlik va issiqlik ta'sirida yomonlashishini standart sinov usuli.
- ASTM D5322, suyuqliklarga geosintezning kimyoviy qarshiligini baholash uchun immersiya protseduralari uchun standart amaliyot.
- ASTM D5397, doimiy cho'zilish kuchi testi yordamida poliolefingemembranalarning kuchlanishga va yoriqbardoshligini baholash uchun standart sinov usuli.
- ASTM D5496, geosintetikani dala sharoitida sinovdan o'tkazish uchun standart amaliyot.
- ASTM D5721, poliolefin geomembranalarni havoda pechda eskirish uchun standart amaliyot.
- ASTM D5747, geomembranesto suyuqliklarining kimyoviy qarshiligini baholash uchun sinovlar uchun standart amaliyot.
- ASTM D5818, geosintetik qurilmalarning shikastlanishini baholash uchun namunalarni aniqlash va aniqlash bo'yicha standart amaliyot.
- ASTM D5819, geosintetik chidamlilikni eksperimental baholash uchun sinov usullarini tanlash bo'yicha standart qo'llanma.

ASTM D5885, yuqori bosimli differensial skanerlash kalorimetriyasi yordamida poliolefin geosintetikasining oksidlanish induksiyasi vaqti uchun standart sinov usuli.

ASTM D5890, geosintetik gil qoplamalarning gil mineral komponentining bo'kish indeksi sinashning standart usuli.

ASTM D6213, geotarmoqlarning suyuqliklarga kimyoviy qarshiligini baholash uchun sinovlar uchun standart amaliyot.

ASTM D6388, geonetkalarining suyuqliklarga kimyoviy qarshiligini baholash uchun sinovlar uchun standart amaliyot.

ASTM D6389, geotekstillarning suyuqliklarga kimyoviy chidamliligini baholash uchun sinovlar uchun standart amaliyot.

ASTM D6992 pog'onali izotermik usul yordamida vaqt-harorat superpozitsiyasiga asoslangan geosintetik materiallarning tezlashtirilgan cho'zilish va yorilishini sinash usuli.

ASTM G151, laboratoriya yorug'lik manbalaridan foydalanadigan tezlashtirilgan sinov qurilmalarida nometall materiallarni ekspozitsiyalash bo'yicha standart amaliyot.

ASTM G154, nometall materiallarning UB ta'siri uchun lyuminessent yorug'lik qurilmasini ishlatishning standart amaliyoti.

ASTM G155, nometall materiallarni nurlantirish uchun ksenon yoysimon yorug'lik qurilmasini ishlatishning standart amaliyoti.

ASTM G160, Laboratoriya tuprog'ini ko'mish yo'li bilan nometall materiallarning mikrob sezuvchanligini baholash uchun standart amaliyot.

EN 1297-1, Hidroizolyatsiya uchun egiluvchan plitalar - Tomlarni gidroizolyatsiya qilish uchun bitum, plastmassa va rezina plitalar - UBNING uzoq muddatli ta'siri, yuqori harorat va suv kombinatsiyasi orqali sun'iy eskirish usuli.

EN 1427, Bitum va bitumli bog'lovchilar - Yumshash haroratini aniqlash - Halqa va shar usuli.

TS EN 1897, Geotekstillar va tegishli geotekstil mahsulotlari - Siqilishning siqilish xususiyatlarini aniqlash.

TS EN 12224, Geotekstillar va geotekstil bilan bog'liq mahsulotlar - Ob-havoga chidamliligini aniqlash.

TS EN 12225 Geotekstil va geotekstil mahsulotlari - Tuproqqa kirish testi orqali mikrobiologik qarshilikni aniqlash usuli.

TS EN 12226, Geotekstillar va geotekstil mahsulotlari - Chidamlilik sinovidan keyin baholash uchun umumiy sinovlar.

TS EN 12447, Geotekstillar va geotekstil bilan bog'liq mahsulotlar - Suvdagi gidrolizga chidamliligini aniqlash uchun skrining sinov usuli.

TS EN 13249: 2016 Geotekstillar va tegishli geotekstil mahsulotlari - Yo'llar va boshqa og'ir harakatlanadigan hududlarni qurishda foydalanish uchun zarur bo'lgan xususiyatlar (temir yo'llar va asfalt yuzalardan tashqari).

TS EN 13493:2018 Geosintetik to'siqlar - Qattiq chiqindilarni saqlash va yo'q qilish maydonchalarini qurishda foydalanish uchun zarur bo'lgan xususiyatlar.

TS EN 14030, Geotekstil va geotekstil mahsulotlari - Kislotali va gidroksidi suyuqliklarga chidamliligini aniqlash uchun skrining sinov usuli.

TS EN 14414, Geosintetika - Poligon uchun kimyoviy qarshilikni aniqlash uchun skrining sinov usuli.

TS EN 14415, Geosintetik to'siqlar - Yuvishga qarshilikni aniqlash uchun sinov usuli.

CEN/TS 14416, Geosintetik to'siqlar - Ildiz qarshiligini aniqlash uchun sinov usuli.

TS EN 14575, Geosintetik to'siqlar - Oksidlanish qarshiligini aniqlash uchun skrining sinov usuli.

TS EN 14576, Geosintetik - Polimer geosintetik to'siqlarning atrof-muhit yorilishiga chidamliligini aniqlash uchun sinov usuli.

Allen T.M., Bathurst R.J. (2002), Geosintetik devorlarning uzoq muddatli ishlashi va loyihaga ta'siri, Geosynthetics International, Vol. 9, №. 5-6.

- Bredi K.K. McMahon, W. va Lamming, G., (1994) Plastmassalarning o'ttiz yillik qarishi, Transport tadqiqot laboratoriyasi, Hisobot 11, E472A/BG, ISSN 0968-4093.
- Broglie B. (2006), shaxsiy aloqa.
- Yorqin D.G., Kollinz J.G., Berg R.R. (1994), Tanque Verde saqlovchi devor konstruksiyalarida geosintetik tuproqni mustahkamlash elementlarining chidamliligi, Transport tadqiqotlari yozuvi raqami 1439, ISSN: 0361-1981.
- Congdon J.P., Germain A., Haley D., Schader L. (1998) Poligonni yopish uchun ochiq mustahkamlangan moslashuvchan polipropilen geomembrandan foydalanish, Wastecon 1998, Shimoliy Amerika qattiq chiqindilar uyushmasi, pp. 529-542 Congdon J.P., Germain A., Haley D., Schader L. (1998) Chiqindilarni poligonni yopish uchun ochiq mustahkamlangan moslashuvchan polipropilen geomembrandan foydalanish, Wastecon 1998, Shimoliy Amerika qattiq chiqindilar uyushmasi, pp. 529-542.
- Dullman, O. va Bruno, E., (1993), 10 yillik oqizish ta'siridan keyin turli xil poligon qoplamalarining tahlili, Geoconfine '93, Montpellier, Frantsiya, 1-jild.
- Dullman, O. va Bruno, E., (1993), 10 yillik geodeziyadan so'ng bir necha turdagi dala tadqiqotlarining tahlili, Geoconfine '93, Montpellier, Frantsiya, 1-jild.
- GRI-GG7 Karboksil terminal guruhini (CEG) aniqlash. Geosintetik instituti, Folsom, Pensilvaniya, AQSh.
- GRI-GG8 Nisbiy yopishqoqlik orqali molekulyar og'irlikni (Mn) aniqlash. Geosintetik instituti, Folsom, Pensilvaniya, AQSh.
- GRI-GM13 tahriri 2000. Silliqlik va teksturali yuqori zichlikli polietilen (HDPE) geomembranlari uchun sinov usullari, xususiyatlari va sinov chastotasi. Geosintetik instituti, Folsom, Pensilvaniya, AQSh.
- Harney M.D., Holtz R.D., (2006), O'rnatishdan 30 yil o'tgach, geotekstil armaturalarining mexanik xususiyatlari, Geosintetiklar, Kuwano J., Kosaki J.
- Xsuan Y.G., Lord A.E., Koerner R.M. (1991) Yuqori zichlikdagi polietilen geomembranga tashqi yukning ta'siri, Proceedings Geosynthetics '91, IFAI, Roseville, MN, AQSh, pp. 287-302.
- Jenner K., Nimmesern M. (2006), Geogrid mustahkamlangan temir yo'l qirg'og'i - o'n yillik yuklashdan so'ng qazilgan, Geosintetik - zamonaviy va so'nggi yutuqlar, A.A. Balkema, Rotterdam, Niderlandiya, 881-884-betlar.
- Leflaive E. (1988) , Долговечность геотекстиля: французский опыт, Геотекстиль и геомембраны, том 7, стр. 23-31.
- Nyuman E., Stark T.D., Rohe F.P. (2001), PVX akvakultura laynerlari vaqt sinovidan o'tadi, Geotexnik matolar hisoboti, IFAI, Roseville, MN, AQSh, 2001 yil sentyabr, 16-19-betlar.
- Peggs I.D., (2006), mustahkamlangan polipropilen suzuvchi qoplamada stress yorilishini tekshirish, Geosynthetics, Kuwano J., Kosaki J., (tahrirlar), Millpress, Rotterdam, Niderlandiya, pp. 1567-1570 yillar.
- Rollin A.L., Mlynarek J., Lafleur J., Zanesco A. (1994), qarigan HDPE geomembranlarining ishlash xususiyatlarining o'zgarishi, Chiqindilarni poligon: to'siqlar, Christensen, Cossu va Stegmann (tahrirlar), E & FN Spon, pp. 431-443.
- Rou R.K. (1998), Geosintetik va qattiq chiqindilarni to'siq tizimlari orqali ifloslantiruvchi migratsiyani minimallashtirish, Geosintetika bo'yicha oltinchi xalqaro konferentsiya, IFAI, Roseville, MN, AQSh, 27-102-betlar.
- Schmidt H.M., te Pas F.W.T., Risseuw P., Voskamp W. (1994), O'rtacha gidroksidi sharoitda PET iplarining gidrolitik barqarorligi, Geotekstillar, geomembranlar va tegishli mahsulotlar bo'yicha beshinchi xalqaro konferentsiya, Singapur, IGS, pp.
- Segrestin P., Jailloux J.-M (1988), Tuproq harorati va uning sintetik materiallarning qarishiga ta'siri, Geotekstillar va geomembranlar, 7-jild, 51-69-betlar.
- Sotton M., Leclercq B., Paute J.L., Fayoux D. (1982), geotekstilning chidamliligi muammosiga javobning ba'zi komponentlari, Ikkinchi xalqaro geotekstil konferentsiyasi, 2-jild, Las-Vegas, NV, AQSh, 553-558-betlar.

Swihart J., Haynes J., (2002), 10 yillik kanalni namoyish qilish loyihasi, yakuniy hisobot, R-02-03, AQSh Ichki ishlar departamenti, Melioratsiya byurosi, Denver, CO, AQSh.

Tarnowski K., Baldauf S., (2006), HDPE geomembranlarining qarish qarshiligi - loyiha tajribasiga asoslangan uzoq muddatli xatti-harakatlarni baholash, Geosintetik, Kuwano J.

Troost G.H., Den Hoedt G., Risseuw P., Voskamp V., Shmidt H.M. (1994), Polyester to'qilgan material bilan mustahkamlangan 13 yillik qirg'oqning chidamliligi, Geotekstillar, geomembranlar va tegishli mahsulotlar bo'yicha beshinchi xalqaro konferentsiya, Singapur, SEAC-IGS, 1994, 1185-1190-betlar.

Voskamp W., Van Vliet F., Retzlaff J. (2001b) 12 yildan ortiq o'zgaruvchan yukdan keyin PETning qoldiq kuchi, Proc. Yerni mustahkamlash bo'yicha xalqaro simpoziumning Ochiq va boshqalar. (tahrirlar), Balkema, jild. 1, bet. 165-170.

Vatn, A. va Chu, S.H., Geosintetik materiallarga zarar - Laboratoriyadan dala sharoitlariga.

Geosintetika - eng zamonaviy yutuqlar - so'nggi yutuqlar, Delmas P, Gourc J.P. (tahrirlar), Geosintetika bo'yicha ettinchi xalqaro konferentsiya materiallari, Nitsa, Frantsiya. Balkema, Lisse, Niderlandiya, 2002, bet. 1203-1228 yillar.

Wisse J.D.M., Broos C.J.M., Boels W.H. (1990), Ooster Scheldt bo'ronli to'siq atrofidagi dengiz tubini himoya qilishda ishlatiladigan polipropilen geotekstillarning umr bo'yi baholanishi - amaliy tadqiqot, Geotekstillar, geomembranlar va tegishli mahsulotlar bo'yicha to'rtinchi xalqaro konferentsiya, Gaaga, Niderlandiya, 697-702-betlar.

Wrigley N.E. (1987), Tuproqni mustahkamlash uchun Tensar polimer to'rlarining mustahkamligi va uzoq muddatli ishlashi, Materials Science and Technology, Vol. 3, bet. 161-170.