

## ВИСНОВКИ

Для широкого кола практичних задач доцільним є застосування двовимірної моделі руху розгалуженого річкового потоку, що враховує головні фактори, які впливають на формування поля швидкостей і тисків потоку. При розрахунку природних і штучно стиснутих русел необхідно також враховувати вплив вторинних течій поперечної циркуляції, оскільки вони відіграють важливу роль у формуванні русла і транспортуванні наносів.

Для замикання двовимірних рівнянь руху турбулентного потоку доцільно використовувати  $k-\epsilon$  модель, яка є досить популярною завдяки своїй універсальності і відносній простоті. За допомогою цієї моделі було розраховано велику кількість різноманітних течій, в тому числі течії з рециркуляційними зонами. Алгебраїчні співвідношення для рейнольдсових напружень дозволяють спростити модель, не вирішуючи диференційні рівняння для цих напружень, і в той же час вони дають змогу врахувати анізотропний стан турбулентного потоку при розгалуженні в зонах впливу мостових переходів з груповими отворами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев О. В. Регулирование рек затопляемыми сооружениями: Сообщение №11. – М.: Трансжелдориздат, 1950. – 20 с.
2. Болдаков Е. В. Переходы через водотоки. – М.: Транспорт, 1965. – 422 с.
3. Караушев А. В. Речная гидравлика. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 416 с.
4. Картвелишвили Н. А. Потоки в недеформируемых руслах. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 280 с.
5. Курганович А. А., Товбич О. В. Поперечная циркуляция и деформация русла у струенаправляющих дамб мостовых переходов // Гидротехн.стр-во., 1990. - №5. – С. 45-46.
6. Ламли Дж. Модели второго порядка для турбулентных течений // Методы расчета турбулентных течений. – М.: Мир, 1984. – С. 7-34.
7. Латышенков А.М. Струенаправляющие дамбы. – М.: ВНИИВОДГЕО, 1956. – 196 с.
8. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
9. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. – М.: ИЛ, 1951. – 576 с.
10. Риминг И. Л., Фаннелоп Т. К. Закон стенки для трехмерных течений, учитывающий влияние скоса и шероховатости. // Трехмерные турбулентные пограничные слои. – М.: Мир, 1985. – С. 316-330.
11. Роди В. Модели турбулентности окружающей среды // Методы расчета турбулентных течений. – М.: Мир, 1984. – С. 227-322.
12. Рутковская И. А. Двумерная математическая модель и метод расчета течения жидкости в узлах разветвления открытых потоков. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – К.: 2000.
13. Савенко В. Я. Математичні моделі і методи розрахунку квазітрехмірних безнапірних потоків. – К.: Техніка, 1995. – 188 с. Мова рос.
14. Савенко В. Я., Славинская Е. С. Моделирование процессов развития внутренних течений с учетом анизотропии открытых турбулентных потоков. – К.: НТУ, 2004. – 176 с.
15. Савенко В. Я., Славинська О. С., Козарчук І. А. Математичне моделювання течій в зонах розгалуження річкового потоку // Современные компьютерно-инновационные технологии проектирования, строительства, эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – С. 275-284.
16. Фидман Б. А. Гидродинамика речных течений // Динамика и термика речных потоков. – М.: Наука, 1972. – С. 5-15.
17. Шеренков И. А. Прикладные плановые задачи гидравлики спокойных потоков. – М. Энергия, 1978. – 240 с.
18. Щукин И. С. Общая геоморфология. Том 1. – М.: Издательство Московского университета, 1960. – 616 с.
19. Fisher H. B. Longitudinal dispersion and turbulent mixing in open channel flow // Ann.Rev.Fluid Mech., 1973 – Vol.5. – P. 59-78.
20. Fukuoka S., Sayre W. W. Longitudinal dispersion in sinuous channels // J.Hydr.Div.Proc.ASCE, 1973. – Nr, HY1. – P. 195-217.
21. Li Fu-tian, Ni Hao-ging. Application and development of turbulence model for engineering practice // Journal of hydraulic engineering, 2001. – N5. – P. 22-31.
22. Rastogi A. K., Rodi W. Predictions of heat and mass transfer in open channels // J.Hydr.Div., ASCE, 1978. – №HY3. – P. 397-420.

УДК 625.7/8

Сліпець О.В.

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕКСТИЛЮ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗПОДІЛУ ДІРІХЛЕ.

**Анотація.** У статті розглянуто основні методи обробки статистичних даних характеристик геотекстильного матеріалу та запропоновано метод, який оснований на використанні багатопараметричного розподілу Діріхле.

**Ключові слова:** геотекстиль, ефективність, нормальний розподіл, розподіл Стюдента, розподіл Діріхле, гамма- розподіл.

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные методы обработки статистических данных характеристик геотекстильного материала и предложен метод, основанный на использовании многопараметрического распределения Дирихле.

**Ключевые слова:** геотекстиль, эффективность, нормальное распределение, распределение Стюдента, распределение Дирихле, гамма- распределение.

**Abstract.** The article discusses the basic methods of statistical data processing geotextile material characteristics and proposed method based of the using of multivariate Dirichlet distribution.

**Keywords:** geotextile, efficiency, normal distribution, the distribution Styudenta, Dirichlet distribution, gamma distribution.

**Постановка проблеми.** В дорожньому господарстві за останні роки свого існування геотекстиль набув неабиякого попиту. Таке впровадження новітнього матеріалу передбачає вивчення інноваційних механізмів планування та організації, удосконалення та створення технологій застосування, за якими використання геотекстилю мало б найбільшу ефективність та значущість в галузі.

**Сутність проблеми.** Проблема визначення ефективності використання геотекстилю пов'язана з визначенням відповідного критерію ефективності і формуванням системи показників. Визначення загальної ефективності вимагає врахування багатьох чинників та параметрів, а головне – їх оцінки, що дозволить обрати найкращий варіант матеріалу в окремих умовах експлуатації.

**Мета статті.** Розглянути існуючі методи оцінки розрахункових характеристик геотекстилю та запропонувати новий метод, який би визначив ефективність використання матеріалу з точки зору його багатопараметричності.

**Виклад основного матеріалу.** Ринок будівельних матеріалів безперервно поповнюється різного роду новинками. Встежити за розвитком матеріалів, застосовуваних у тій чи іншій сфері, дуже складно, тим більше в наш час, коли інновації впроваджуються досить-таки швидко. Геотекстиль - порівняно новий матеріал, і на сучасному ринку геосинтетичні дорожньо-будівельні матеріали представлені досить широким вибором типів і марок, здатних значно збільшити експлуатаційні можливості навіть найслабших і неякісних ґрунтів в складних експлуатаційних умовах.

Для проектування дорожніх конструкцій з використанням геосинтетичних матеріалів (ГМ) виникає проблема вибору ГМ. Для цього, першу чергу, потрібні достовірні дані про значення характеристик фізико - механічних властивостей з різною забезпеченістю для конкретних випадків експлуатації; потрібні дані щодо якості матеріалу, яка має відповідати договірним вимогам, та немало важливі дані щодо вартості матеріалу. Враховуючи, що укладання геотекстилю пов'язана з додатковими капітальними вкладеннями, необхідно провести також оцінку ефективності цих вкладень.

Для здійснення вибору матеріалу для подальшого розвитку впровадження не завжди є достатньо даних, які б були обґрунтованими і формалізованими. Тому для контролю і управління параметрами інноваційного матеріалу необхідна модифікація існуючих методів і розробка нових. В наш час основними методами оцінки впровадження матеріалу є методи кваліметрії, які дозволяють дослідити його якість. Дослідження характеристик геотекстилю, таких як: фізичних, механічних, гідравлічних, технологічних, експлуатаційних - спрямоване на вирішення задачі вибору конкретної марки ГМ залежно від цілей, сфери застосування і призначення обґрунтованих конструктивно-технологічних рішень[1].

Вибір технічного рішення із застосуванням ГМ виконують, як правило, на основі техніко-економічного зіставлення варіантів. При цьому слід враховувати виникаючий в зіставленні з традиційними рішеннями технічний ефект, пов'язаний з підвищенням надійності дорожніх конструкцій, якості будівництва, що не завжди може бути оцінений кількісно.

Для встановлення розрахункових характеристик на сьогоднішній день використовують два методи з використанням різних законів розподілу випадкових величин: 1.нормального; 2. закону Стюдента[2].

Теоретичні щільності розподілу механічних характеристик апроксимуються нормальним законом [3]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

З параметрами математичного сподівання  $\bar{x}$  та дисперсії  $\sigma$ .  
Тоді як закон Стюдента описується рівнянням:

$$y(x) = \frac{\Gamma(\frac{n}{2})}{\sqrt{\pi} \Gamma(\frac{n-1}{2}) (1 + \frac{x^2}{n-1})^{\frac{n}{2}}}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість вимірювань  $x_i$ ,  $\Gamma$  – гамма-функція.

В технічній документації [4], яка супроводжує геотекстиль від виробника, та в проектній документації, яка є основою для вибору геотекстиля, загальні (фізичні), класифікаційні та експлуатаційні характеристики матеріалів приведені як MinARV та MaxARV величини (Рис 1):

- MinARV (*Minimum Average Roll Value*) – мінімальне з середніх значень у серії лабораторних випробувань геотекстиля

$$MinARV = \bar{x} - 2\sigma \quad (3)$$

- MaxARV (*Maximum Average Roll Value*) – максимальне з середніх значень у серії лабораторних випробувань геотекстиля:

$$MaxARV = \bar{x} + 2\sigma \quad (4)$$

де  $\bar{x}$  - середнє значення;  $\sigma$  - дисперсія.

Відповідно до формули (1) середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma = \frac{\bar{x} - MinARV}{2} \quad (5)$$

де *MinARV* – мінімальне значення характеристики матеріалу (наприклад, міцність на розрив).

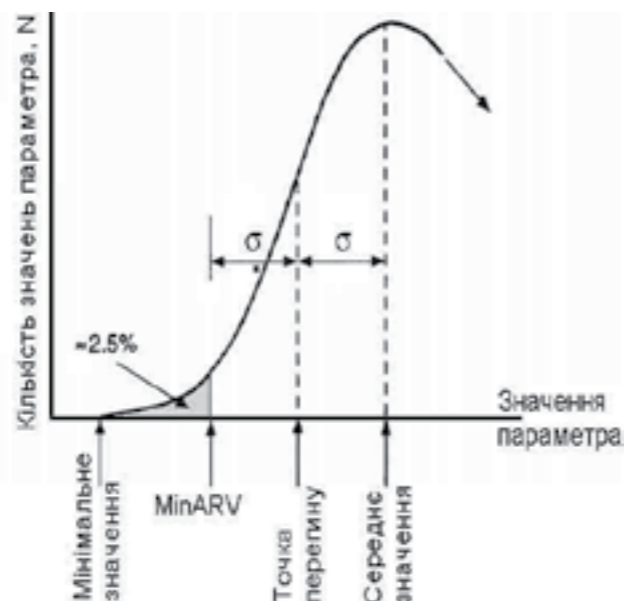


Рис.1 Геометрична інтерпретація номінальної характеристики геотекстилів MinARV

За статистикою значення MinARV вказує на те, що з серії випробувань кількість результатів, які менші за номінальне значення MinARV, становитимуть 2,5 %. Значення MaxARV вказує на межу, яку перевищить не більше ніж 2,5 % випробуваних зразків.

Досліджуючи процеси [7], пов'язані з поступовим пониженням якості параметрів (погіршення властивостей матеріалу в часі, деградація конструкції, процеси старіння, амортизація техніки та ін.), застосовують закон гама розподілу (рис.2):

$$f(x) = \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} \quad (6)$$

Де  $\lambda, \alpha$  – параметри. Якщо  $\alpha=1$ , гамма – функція перетворюється в показниковий закон:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (7)$$

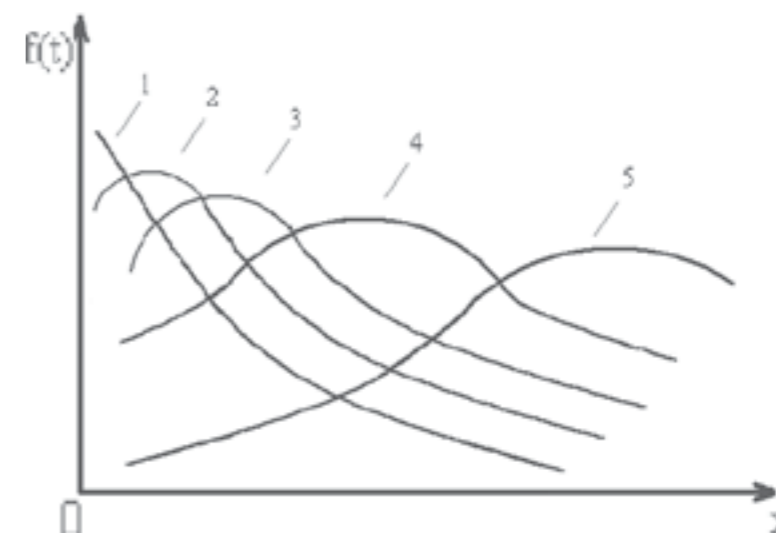


Рис. 2 Загальний вид кривих гамма – розподілу:

$$1 - \alpha = 1; \lambda = 1; 2 - \alpha = 3; \lambda = 1; 3 - \alpha = 4; \lambda = 1,5; 4 - \alpha = 5; \lambda = 2; 5 - \alpha = 6$$

Названі вище методи обробки даних властивостей геотекстилю орієнтовані в основному тільки на один показник, будь то поверхнева щільність, товщина геосинтетичного полотна чи ін. і лише гамма - розподіл розглядає двопараметричний випадок. Тоді як для визначення ефективності використання обраного матеріалу, потрібно оцінити геотекстиль з точки зору різних параметрів.

Щоб охопити повний спектр значень характеристик геотекстилю та оцінити їх взаємодію, потрібно використати такий метод, який би описав наш багатовимірний випадок.

Найбільш перспективним підходом є метод з використанням закону розподілу випадкових величин на багатовимірний випадок, а саме розподіл Діріхле (Dirichlet distribution).

Цей розподіл часто позначається  $Dir(\alpha)$  - це сімейство безперервних багатовимірних імовірнісних розподілів параметризованих вектором  $\alpha$  невід'ємних дійсних чисел [5].

Розподіл Діріхле розмірності  $K \geq 2$  з параметрами  $\alpha_1, \dots, \alpha_k > 0$  має функцію щільності імовірності щодо міри Лебега в евклідовому просторі  $R^k$  [6]:

$$f(x_1, \dots, x_{k-1}; \alpha_1, \dots, \alpha_k) = \frac{1}{B(\alpha)} \prod_{i=1}^k x_i^{\alpha_i-1} \quad (8)$$

в будь – якій точці симплексу  $S_k = \{(x_1, \dots, x_k): x_i \geq 0, i = 1, \dots, k, \sum_{i=1}^k x_i \leq 1\}$  і рівною нулю в інших точках  $R^k$ .

$B(\alpha)$  - бета –функція, представлена формулою :

$$B(\alpha) = \frac{\prod_{i=1}^k \Gamma(\alpha_i)}{\Gamma(\sum_{i=1}^k \alpha_i)} \quad (9)$$

Де  $\Gamma$  – гамма-функція,  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_k)$ .

Підставивши формулу (9), отримаємо, що функція щільності імовірності матиме вигляд:

$$f(x_1, \dots, x_{k-1}; \alpha_1, \dots, \alpha_k) = \frac{\Gamma(\sum_{i=1}^k \alpha_i)}{\prod_{i=1}^k \Gamma(\alpha_i)} \prod_{i=1}^k x_i^{\alpha_i-1} \quad (10)$$

Далі визначаємо характеристики розподілу ймовірності, а саме математичне сподівання  $\mu(x_i)$ , дисперсію  $\sigma^2(x_i)$  та коваріацію  $\sigma(x_i, x_j)$  за формулами :

$$\mu(x_i) = \frac{\alpha_i}{\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1}}, \quad i = 1, \dots, k \quad (11)$$

$$\sigma^2(x_i) = \frac{\alpha_i(\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1} - \alpha_i)}{(\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1})^2 (\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1} + 1)}, \quad i = 1, \dots, k \quad (12)$$

$$\sigma(x_i, x_j) = -\frac{\alpha_i \alpha_j}{(\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1})^2 (\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1} + 1)} \quad i \neq j = 1, \dots, k \quad (13)$$

Застосування розподілу Діріхле дозволяє повноцінно проаналізувати багатопараметричність характеристик геотекстилю, знайти такі значення даних, за яких використання цього матеріалу мало б найбільшу ефективність та значущість для дорожнього будівництва.

### ВИСНОВОК

Використання багатовимірної оцінки, а саме розподілу Діріхле, становить багате джерело інформації про досліджуваній об'єкт. По суті, за допомогою великої кількості даних, що описують геотекстиль, можна подати класифікацію, виділяючи найкращий тип чи марку, або визначити ті, які для конкретних умов використання та експлуатації мали б найбільший ефект.

Багатопараметричний розподіл використовується для оцінки ступеня реалізації концепції розвитку в досліджуваних об'єктах та як інструмент оцінки показників, що описують процес впровадження геотекстилю.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Головань Д.М. Моделі методи контролю якості в проектах розробки інноваційної продукції: дис.канд. тех.наук: 05.13.22/ Національний аерокосмічний ун-т ім.М.С. Жуковського «Харківський авіаційний ін-т» - Х., 2006 -168 с.
2. Гамеляк І.П., Журба Г.В., Шикунів С.В. Встановлення розрахункових характеристик геосинтетичних матеріалів. - Науково – виробничий журнал «Автошляховик України» №2 (220) березень – квітень 2011р.
3. Сиденко В.М., Рокас С.Ю Управление качеством в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1981. – 256с.
4. СОУ 45.2-00018112-025:2007. Метериали геосинтетичні. Методи випробувань.
5. Жук С.Н., Евстратчик С.В. Приминение байэсовской модели для оценивания вероятностей альтернатив в условиях неопределенности с использованием нечисловой, неточной и неполной экспертной информации. - Журнал «Труды СПИИРАН» №2(21), 2012г.
6. Уилкс С. Математическая статистика. - М.: Наука, 1967 - 632 с.
7. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. 3-е изд. – Х: Вища школа. Изд-во при Харьк.ун-те,1983.- 224с.

УДК 625.72

Сорочук Н.И.

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ПОВЕРХНІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУДАХ

**Анотація.** У статті розглянуті механічні, хімічні, фізико-хімічні та біохімічні методи очищення стічних вод з поверхні автомобільних доріг, які широко застосовуються в даний час в Україні та зарубіжних країнах. Проаналізовано переваги та недоліки методів очищення поверхневих стоків, взаємодія споруд для очищення стічних вод з навколишнім природним середовищем, з природним ландшафтом. Пропонуються заходи, які забезпечують екологічну безпеку та експлуатаційну надійність автомобільних доріг в умовах утворення поверхневих стічних вод.

**Ключові слова:** автомобільні дороги, поверхневий стік, очисні споруди, екологічний баланс, механічна очистка, фізико-хімічні методи очищення, біохімічні методи очищення.

**Аннотация.** В статье рассмотрены механические, химические, физико-химические и биохимические методы очистки сточных вод с поверхности автомобильных дорог, которые широко применяются в настоящее время в Украине и зарубежных странах. Проанализированы преимущества и недостатки методов очистки поверхностных стоков, взаимодействие сооружений для очистки сточных вод с окружающей природной средой, с естественным ландшафтом. Предлагаются мероприятия, которые обеспечивают экологическую безопасность и эксплуатационную надежность автомобильных дорог в условиях образования поверхностных сточных вод.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, поверхностный сток, очистные сооружения, экологический баланс, механическая очистка, физико-химические методы очистки, биохимические методы очистки.

**Abstract.** The paper deals with mechanical, chemical, physical and biochemical methods of sewage treatment on the surface of highways. The methods are widely applied in Ukraine and abroad. The advantages and disadvantages of

the methods of superficial drainpurification, interactionbetween sewage treatment facilities and environment, and natural landscape are analyzed. The activities which can ensure ecological safety and operational reliability of highways in the conditions of road of surface sewage are offered.

**Keywords:** highway, sewage treatment, environment, mechanical treatment, physical and chemical methods of treatment, biochemical method of treatment, drainpurification.

В настоящее время на территории Украины и зарубежных стран существуют следующие мероприятия по очистке стоков с поверхности автомобильных дорог: механическая очистка, химическая очистка, физико-химические и биохимические методы очистки. При выборе очистного сооружения необходимо руководствоваться экологическими требованиями по степени очистки поверхностных стоков, учитывать надежность сооружения, степень его аprobации, а также природно-климатические, гидрологические и грунтовые условия территории строительства. Вопрос о применении очистных сооружений необходимо решать с учетом целого комплекса показателей условий строительства, а также выбранной системы водоотвода, надежности сопряжения с ней очистных сооружений и эффективности функционирования как водоотводных, так и очистных конструкций[1].

Механическая очистка сточных вод предполагает удаление нерастворимых крупных примесей, а также загрязнений, находящихся в коллоидном состоянии, из поверхностных стоков. К сооружениям механической очистки относятся решетки, сита, песколовки, отстойники, нефтеловушки, фильтры, гидроциклоны, растительные полосы и др.

Решетки применяются для удаления крупных взвешенных частиц и устанавливаются на пути движения сточных вод. Для удаления более мелких взвешенных частиц применяют сита, отверстия которых зависят от улавливаемых примесей и составляют 0,5 - 1 мм. Решетки подразделяются по способу их очистки от осевших на них загрязнений на простейшие, которые очищаются ручным способом, и механические, очистка которых производится с помощью механических приспособлений.

Песколовки или песчаные фильтры, принцип действия которых основан на изменении скорости движения твердых тяжелых частиц в потоке жидкости, предназначены для удаления из сточных вод механических примесей размером более 0,25 мм (песка, окалины). Песчаные фильтры устраиваются на поверхности и под землей, при этом обязательным является устройство конструкции для предварительной очистки поверхностных стоков от взвешенных частиц и нефтяных пленок. Песколовки или песчаные фильтры могут быть горизонтальными, с прямолинейным и круговым движением воды, вертикальными и с винтовым движением воды (тангенциальные и азрируемые). В настоящее время в Украине и странах СНГ чаще всего применяются горизонтальные песколовки. Как показывает опыт применения, песколовки способны задерживать 65-75% всех минеральных загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах [2]. Азрируемые песчаные фильтры, в которых возникает винтовое движение жидкости, а в качестве азраторов применяются перфорированные трубы с отверстиями 3-5 мм или фильтрующие пластины, широко применяются в Европе и США. На рис. 1 представлена песколовка, удачно вписывающаяся в любой природный ландшафт и применяемая на автомобильных дорогах США.

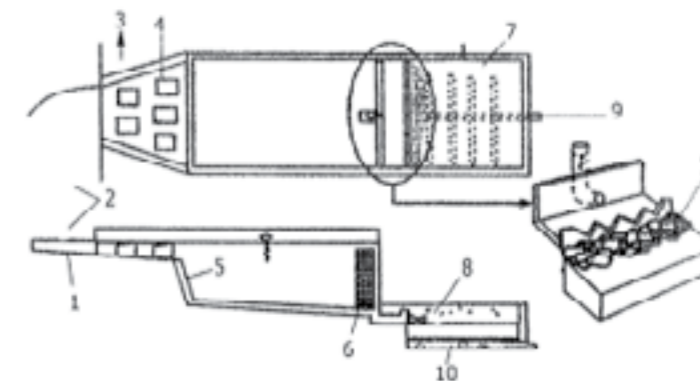


Рисунок 1- Песколовка, применяемая в США: 1 - канал для пропуска стока; 2 - канал для стока; 3 - сток в испарительный бассейн; 4 - рассеиватели потока; 5 - входное отверстие; 6 - перфорированный коллектор с решеткой для задержания мусора; 7 - фильтрационный бассейн; 8 - песок; 9 - выходное отверстие; 10 – подземный дренаж с применением труб; 11 - каменная наброска

Отстойники или аккумулярующие резервуары, которые устраиваются как самостоятельные сооружения (рис. 2), заполняются стоками в период выпадения осадков и применяются для сбора поверхностных стоков на определенный промежуток времени (не менее суток), в течение которого отдельные загрязняющие вещества выпадают в осадок. Степень очистки поверхностных стоков в таких отстойниках низкая, из-за этого их чаще всего применяют для сброса непредвиденных объемов воды во избежание избыточного затопления территории.