

References

1. Grekov S.P. Modelirovanie teploobmennyyh processov v samovozgorajushhihsja dvuhfaznyh sredah metodom prjamyh. / S.P. Grekov, I.N. Zinchenko, G.B. Tynda // Vestn. Har'k. nac. un-ta. - 2005. - № 661. Ser. «Mat. modelirovanie...». Vyp. 4. - S. 89 - 96.
2. Grekov S.P. Teplomassoobmennyye processy v samovosplamenjajushhihsja gazooldajushhih dvuhfaznyh sredah. / S.P. Grekov, I.N. Zinchenko, G.B. Tynda // Vestnik Hersonskogo nac. tehn. un-ta. Vyp. 2 (22). - Herson: HNTU, 2005. - S. 124 - 133.
3. Grekov S.P. Sorbcionnyye processy v ugol'nyh skoplenijah pri metanovydelenii i isparenii vlagi. / S.P. Grekov, I.N. Zinchenko, G.B. Tynda // Vestnik Hersonskogo nac. tehn. un-ta. Vyp. 2 (25). - Herson: HNGU, 2006.-S. 166-173.
4. Tynda G.B. Vlijanie strukturnykh izmenenij ugol'nyh plastov v zone geologicheskikh narushenij na okislitel'nuju sposobnost' uglja / G.B. Tynda // Gornospasatel'noe delo: Sb. nauch. tr. / NIIGD «Respirator». - Doneck, 2004. - Vyp. 41. - S. 97 - 103.
5. Voloshin N.E. Osnovy tektonofizicheskoy teorii vybrosov tverdyh iskopaemyh i porod v shahtah. Doneck – 2007, 64 s.
6. Guz' A.N., Rudnickij V.B. Osnovy teorii kontaktного vzaimodejstviya uprugih tel s nachal'nymi (ostatochnymi) naprjazhenijami. Nauchnoe izd. instituta mehaniki im. Timoshenka S.P. Nac. akad. nauk Ukrainy, Hmel'nickij, 2006, 710 s.
7. Sidorenkov N.S. fizika nestabil'nosti vrashhenija Zemli. M., Fizmatlit, 2002, 380 s.
8. Soutis C.; Curtis P.T. and Flek N.A. Compressive failure of notched carbon fibre composites // Proc. R. Soc. London. - 1993. - 440. - P. 241- 256.
9. Soutis C., Flek N.A. and Smith P.A. Failure Prediction Technique for Compression Loaded Carbon Fibre-Epoxy Laminate with Open Holes // J. Comp. Mat. - 1991. - 25. - P. 1476 - 1498.

Рецензія/Peer review : 25.1.2014 р.

Надрукована/Printed :7.4.2014 р.

Статтю представляє: Рудницький В.Б., д.т.н., проф.

УДК 655.057

Н.П. БАДЬОРА, І.В. КОЦ

Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІН'ЄКЦІЙНОГО ЗАКРІПЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ

Виконано аналіз відомих теоретичних та експериментальних результатів з розповсюдження технологічних розчинів в пористій структурі ґрунту. На основі проведеного аналізу виявлено, що залежності, які існують на сьогоднішній день мають ряд вагомих недоліків: вони не враховують кут нахилу свердловини до вертикалі, нагнітання відбувається тільки під постійним тиском, в отриманих залежностях середовище приймалося ідеальним та не враховувалась криволінійність каналів. Кожна із залежностей не виражає залежність радіуса від динамічного тиску нагнітання. В результаті проведеного аналізу запропонована залежність радіуса розповсюдження розчину від динамічного тиску нагнітання, що прямо пропорційна початковому розкриттю каналів ґрунту та обернено пропорційна динамічному напруженню зсуву.

Ключові слова: радіус розповсюдження, закріплення основи, тиск нагнітання, динамічне напруження зсуву, напір, коефіцієнт фільтрації, об'єм ін'єкційного розчину, діаметр свердловини.

N. P. BADORA, I. V. KOTS

Vinnitsa National Technical University, Ukraine

ANALYSIS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF INJECTION THE SOIL MASS

Abstract – Analysis was performed by well-known theoretical and experimental studies. Radius distribution solution - is the main parameter that affects the process of injection. Based on the analysis revealed that depending have several disadvantages. They do not consider the angle to the vertical wells. The spiral occurs only under constant pressure. Environment 're taken and not taken into account channels. The analysis of the dependence of the radius of the proposed distribution of the solution of dynamic pressure injection which is directly proportional to the initial disclosure soil and feed inversely proportional dynamic tensions shift.

Keywords: radius distribution, consolidation basis, discharge pressure, dynamic voltage bias, filtration rate, volume of injection solution, the diameter of the hole.

Вступ

Досить часто виникає необхідність в підсиленні або ущільненні ґрунтового масиву для підвищення фізико-механічних характеристик ґрунту. На сьогоднішній день існує безліч способів та технологій підсилення ґрунтової основи. Одним із перспективних напрямків укріплення та підсилення ґрунту є ін'єкція скріпного розчину в товщу ґрунтового масиву під певним тиском. Питаннями ін'єкційного закріплення ґрунтів займалися такі вчені та науковці, як В.М. Марголін, А.Р. Ржаніцин, Е. Мааг, А.Н. Адамович, А. Камбефор, Т.С. Каранфілов А.А. Горбунов, Ю.А. Богомоллов, Д.В. Власов, М.Л. Зоценко, С.І. Головко та інші. Однак переважна більшість розроблених рекомендацій та отримані аналітичні залежності окремих авторів є недостатніми в питаннях, які пов'язані із розповсюдженням технологічного розчину в товщі ґрунтового масиву, визначенням максимального радіусу та глибини нагнітання, а тому потребують подальшого вивчення та уточнення. Необхідно ще також розв'язати ряд таких важливих питань як, наприклад: оптимальна тривалість ін'єктування та визначення закономірностей зміни робочого тиску нагнітання при накладенні додаткового створених періодичних імпульсів тиску. Подібні питання на сьогоднішній день ще залишаються незавершеними, а тому виникає подальша необхідність та є актуальним продовження дослідження процесів ін'єктування технологічних розчинів в ґрунтові масиви.

Метою даної статті є здійснення детального огляду та аналізу основних теоретичних і експериментальних результатів ін'єкційного закріплення ґрунтових масивів.

Виклад основного матеріалу

Основним параметром, який характеризує ефективність процесу ін'єктування є радіус розповсюдження технологічного розчину в товщі ґрунтового масиву. Цей параметр досліджувався, як теоретично на основі встановлених аналітичних залежностей, так і перевірявся експериментально. Проведено аналіз відомих отриманих залежностей, що отримані різними авторами, які надають можливість визначати максимальний радіус розповсюдження розчину і які представлені у порівняльній Таблиці.

Виконано аналіз теоретичних та експериментальних досліджень підсилення ґрунтових масивів, на підставі якого встановлено, що при ін'єкційному закріпленні ґрунтових масивів діаметр утвореного анкера рекомендується визначати згідно залежностей [7–9]:

$$D = \sqrt{\frac{K_n \cdot V_r \cdot 1,273}{l_i}} + d, \quad (1)$$

а при ін'єкції цементного розчину через обсадну трубу використовується наступна формула:

$$D = \sqrt{\frac{K_n \cdot V_r \cdot 1,273}{l_i}} + d^2 \cdot K_n + (1 - K_n) \cdot d_i^2, \quad (2)$$

де φ – кут внутрішнього тертя; c_v – коефіцієнт консолідації; V_r – об'єм розчину, який необхідний для ін'єктування; d – діаметр свердловини; d_i – діаметр анкерної тяги; l_i – довжина i -ї ділянки закачаного розчину в свердловину; K_n – безрозмірний коефіцієнт, що залежить від водоцементного співвідношення і складає 0,70...0,55.

Таблиця 1

Відомі аналітичні залежності максимального радіуса розповсюдження розчину в пористому середовищі

Автор	Залежність	Недоліки
1	2	3
Мааг [1]	$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot K \cdot t \cdot H \cdot \eta \cdot \frac{v_1}{v_2}}{\varphi}}$ <p>де v_1, v_2 – кінематична в'язкість води та розчину, відповідно; K – коефіцієнт фільтрації; φ – активна пористість; H – напір; t – тривалість руху розчину; r_1 – радіус ін'єктора.</p>	Може бути використана тільки для ламінарного руху розчину. Не враховувалось криволінійність та характер розташування пор та тріщин у ґрунті.
Адамович [2]	$R = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot K \cdot t \cdot \frac{v_1}{v_2} \sqrt{H \cdot \eta}}{\varphi}}$ <p>де v_1, v_2 – кінематична в'язкість води та розчину, відповідно; K – коефіцієнт фільтрації; φ – активна пористість; H – напір; t – тривалість руху розчину; r_1 – радіус ін'єктора.</p>	Може бути використана тільки для турбулентного руху розчину. Не враховувалось криволінійність та характер розташування пор та тріщин у ґрунті.
Камбефор [3]	$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot Q \cdot t}{4\pi \cdot n} + r_0^3}$ <p>де Q – витрата ін'єкційного розчину, що необхідна для заповнення однієї свердловини; t – тривалість нагнітання; n – пористість ґрунту; r_0 – радіус ін'єктора.</p>	Не дозволяє визначити на яку відстань розповсюджується розчин при заданому тиску; з якої мінімальної глибини можна виконувати ін'єктування.
Каранфілов [4]	<p>Для сферичної задачі</p> $R = 1,54 \sqrt{\frac{r_0 \cdot K_\phi \cdot \frac{v}{v_p} \cdot P_0 \cdot t}{\beta \cdot n}}$ <p>Для плоско-радіальної задачі</p> $R = 0,8 \sqrt{\frac{K_\phi \cdot \frac{v}{v_p} \cdot P_0 \cdot t}{\beta \cdot n}}$ <p>де K_ϕ – коефіцієнт фільтрації ґрунту; P_0 – тиск ін'єктування; t – тривалість нагнітання; v – кінематичний коефіцієнт в'язкості води; v_p – кінематичний коефіцієнт в'язкості розчину; β – коефіцієнт заповнення пор розчином; n – пористість ґрунту; r_0 – радіус ін'єктора.</p>	При виведенні формули рух розчину в пористій структурі ґрунтового масиву приймався постійним. Наведені формули не дозволяють визначити яким чином впливає на результати ін'єктування діаметр свердловини, глибина і довжина ділянки ін'єктування.

1	2	3
Марголін [5]	$R = \sqrt{\frac{V_{\phi} \cdot f(r_c/B)}{\pi \cdot n \cdot B}}$ <p>де V_{ϕ} – об’єм фактично закачаного в ґрунт розчину; r_c – радіус напівсфери; B – ширина перфорованої частини ін’єктора; n – пористість ґрунту.</p>	Не відображено необхідну тривалість виконання ін’єкування та яка при цьому буде глибина проникнення розчину.
Хейфелі [6]	$R = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot \frac{x}{x_0} \cdot H \cdot t}{\ln \frac{x_0}{r_0}}}$ <p>де K – коефіцієнт фільтрації ґрунту; H – напір; t – тривалість руху розчину; r_0 – радіус ін’єктора; x_0 – радіус, при якому приймалося, що всі пори заповненні розчином; x – загальний радіус, що враховує пори, як заповненні повністю розчином так і частково.</p>	При виведенні формули не враховувалась пористість ґрунту. Швидкість фільтрації та швидкість руху рідини в порах приймалась однаковою. Не враховувалось криволінійність та характер розташування пор та тріщин у ґрунті.
Автори статті [12]	$R = \frac{P_{cm}(1 + \cos \omega t) \cdot \delta_0 \cdot D}{2\tau - \delta_0 \cdot \lambda \cdot \cos \alpha \cdot \cos \varphi} + r_0$ <p>де P_{cm} – статичний тиск ін’єкування; t – тривалість нагнітання; ω – частота повторення імпульсів тиску; δ_0 – початкове розкриття каналу ґрунту; D – параметр, що враховує криволінійність розташування каналів; τ – динамічне напруження зсуву технологічного розчину; λ – питома вага технологічного розчину; φ – полярний кут розтікання розчину; α – кут нахилу каналу до вертикалі; r_0 – радіус ін’єктора.</p>	Дана залежність враховує рух тільки реологічної рідини по каналах ґрунту.

Слід зауважити, що наведені авторами формули використовують лише емпіричні підходи, що базуються на втратах тиску і витраті ін’єкційного розчину за певний визначений інтервал часу. При цьому, слід зауважити, для імпульсного розповсюдження ін’єкційних розчинів не встановлені залежності, які дозволяють визначати характер розповсюдження розчинів в залежності від величини тиску та витрати.

Проводились дослідження щодо визначення критичного тиску нагнітання при хімічному закріпленні ґрунтів. На даний час не існує чіткої теорії, яка б дозволяла формувати критичний тиск ін’єкування в залежності від характеру процесів нагнітання.

Слід зауважити, що існує формула Кеквота, яка є широко використовуваною на сьогодні і яка дозволяє визначити величину робочого тиску, який викликає гідравлічне руйнування ґрунту [10, 11]:

$$P = \rho(1 - n) \cdot h_1 + (\rho - 1) \cdot (1 - n) \cdot h_2 + h_2, \tag{3}$$

де ρ – щільність ґрунту, г/см³; n – об’єм пор ґрунту, см³; h_1 – товщина шару ґрунту над рівнем ґрунтових вод, см; h_2 – товщина шару ґрунту під рівнем ґрунтових вод, см.

Недоліком запропонованої залежності є те, що вона визначає занижене значення тиску нагнітання, оскільки не враховує втрати енергії, які виникають вздовж потоку розчину, і гідростатичний тиск стовпа рідини.

В роботі А. Камбефора [3] розглядається ін’єкування ґрунтів, яке здійснюється їх насиченням, і визначається через співвідношення між розмірами частинок розчину і ін’єкуючим середовищем. Цей параметр відповідає повному насиченню середовища в ідеальному випадку. Для ін’єкування в водонасичені ґрунти і ізотропне середовище, створюється порожнина, яка потім заповнюється розчином при тискові P_0 , при цьому в масиві виникає радіальна течія. При усталеному русі було отримане наступне співвідношення:

$$P_0 - p = \frac{Q \cdot \gamma}{C \cdot k} = \frac{Q \cdot v \cdot \gamma}{C \cdot k \cdot v_0}, \tag{4}$$

де p – тиск в порожнині до ін’єкування; Q – витрата розчину на ін’єкування; γ – питома вага розчину, k_0 – коефіцієнт фільтрації середовища; v_0 – в’язкість води; v – в’язкість розчину; C – коефіцієнт, що залежить від форми ін’єкуючої порожнини.

На підставі отриманих даних (4) можна зробити висновок, що питання критичного тиску ін’єкування залишається відкритим. У випадку створення протифільтраційної зависи неможливо визначити тиск відмови, його потрібно підбирати під конкретні умови з врахуванням виходу ін’єкуючого матеріалу на поверхню.

Тиск ін’єкування, який не викликає розриву ґрунту визначається полем напруг, які підпорядковуються гіпотезі Гейма. У практиці ін’єкційних робіт використовується ще ряд спрощених

співвідношень для визначення допустимих тисків нагнітання, які визначаються, наприклад, за формулою:

$$P_0 = -\gamma_{cp} \cdot h, \quad (5)$$

де γ_{cp} – об'ємна маса ґрунту, h – глибина розташування точки ін'єктування відносно поверхні.

Результати, що представлені в роботах Гейма мають ряд вагомих протиріч, а саме: стверджується, що на міцність ґрунтів суттєво впливає питоме зчеплення, яке не враховується в аналітичних залежностях; руйнування ґрунтового масиву відбувається під дією тільки головних напружень без врахування радіальних.

Авторами запропоновано використання, окрім статичного тиску ін'єктування додаткові періодичні імпульси тиску, тобто загальний тиск нагнітання представляє собою суму статичного і динамічного тиску ін'єктування, та визначається згідно формули (6):

$$P = P_{cm} + P_{дин.} = P_{cm} \cdot (1 + \cos \omega t) \quad (6)$$

де P_{cm} і $P_{дин.}$ – статична та динамічна складова тиску нагнітання, відповідно; t – тривалість нагнітання; ω – частота повторення імпульсів тиску.

Додатковий періодичний тиск ін'єктування, що накладається на стаціонарний потік розчину, значення якого входить до складу наведеної залежності (6), сприяє зменшенню сили тертя між ґрунтовым середовищем та розчином, внаслідок зменшення в'язкості останнього і, як результат, збільшення його проникності та радіусу розтікання в ґрунтовому масиві.

Висновок

1. Виконаний аналіз теоретичних та експериментальних досліджень в галузі закріплення несучих основ споруд, який відображає певну недосконалість відомих залежностей та математичних моделей, що враховують лише окремі характерні параметри процесів ін'єкційного закріплення ґрунтів.

2. Проведений аналіз показав, що питання накладання додатково створених періодичних імпульсів тиску на стаціонарний потік розчину не розглядалося в опрацьованих наукових публікаціях, а тому питання дослідження і встановлення критичного тиску ін'єктування залишається відкритим і потребує подальших досліджень.

3. На підставі проведеного огляду буда запропонована залежність визначення радіуса розповсюдження в залежності від динамічного тиску нагнітання. Радіус розповсюдження прямо пропорційний величині перепаду тиску і розміру початкового розкриття парового каналу та обернено пропорційний величині динамічного напруженню зсуву розчину.

Література

1. Гончарова Л.В. Основы искусственного улучшения грунтов / Гончарова Л.В. – М. : Изд-во Московского университета, 1973. – 376 с.
2. Бабаскин Ю.Г. Укрепление грунтов инъектированием при ремонте автомобильных дорог / Ю.Г. Бабаскин // Под. ред. И.И. Леоновича – Мн. : УП «Технопринт», 2002. – 177 с.
3. Камбефор А. Инъекция грунтов. Принципы и методы / А. Камбефор ; [пер. с фр. Р.В.Казаковой, В.Б. Хейфица]. – М.: «Энергия», 1971. – 333 с.
4. Каранфилов Т.С. Определения величины радиуса закрепления грунтов при постоянном коэффициенте фильтрации / Т.С. Каранфилов // Гидротехническое строительство. – М. : Госэнергоиздат, 1951. – №1. – С. 39–42.
5. Марголин В.М. Исследование распространения растворов вокруг одиночных инъекторов при химическом закреплении грунтов : дис. ... ученой степени к.т.н. / В.М. Марголин. – М., 1969. – 182 с.
6. Юшкин В.Ф. Разработка экспериментально-теоретических основ и технических средств для создания систем вибродеформационного мониторинга геомеханического состояния породных массивов блочно-иерархического строения : дис. ... ученой степени д.т.н. / В.Ф. Юшкин. – Новосибирск, 2009. – 386 с.
7. Сахаров И.И. Опыт высоконапорной инъекции в пластично-мерзлые грунты / И.И. Сахаров, А.Е. Захаров // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – СПб. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – № 8 – С. 168–171.
8. Сбитнев А.В. Особенности устройства буронабивных свай при подаче бетонной смеси под давлением / А.И. Осокин, А.В. Сбитнев, С.В. Татаринов // Промышленное и гражданское строительство : научн.-техн. и произв. журнал. – М., 2006. – № 9. – С. 65–66.
9. Шадунц К.Ш. Армирование грунта оснований цементным раствором / К.Ш. Шадунц, П.А. Ляшенко, В.В. Раменский // Строительные конструкции. – К. : НИИСК, 2001. – № 55. – С. 185–189.
10. Смолдырев А.Е. Технологическая схема компенсационного нагнетания твердеющих смесей в грунты при строительстве тоннеля в Лефортово / Смолдырев А.Е. // Основания, фундаменты и механика грунтов. – М., 2000. – № 1. – С. 21–22.
11. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты : учебник / С.Б. Ухов – М. : Изд. АСВ, 1994. – 527.
12. Бадьора Н.П. Особливості розповсюдження технологічних розчинів при ін'єкційному підсиленні ґрунтових масивів / Н.П. Бадьора, І.В. Коц – Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва» – № 71 (2013). – С. 161–165.

References

1. L.V. Goncharova, Fundamentals of artificial improvement of soils. - Moscow: Moscow University, 1973 - 376 p.
2. Y.G. Babaskin, Strengthening the soil by injecting the repair of roads [Under. Ed. II Leonovich] - Mn.: UE "Tekhnoprint", 2002. - 177 p. Monograph.
3. A. Kambefor, Injection soils. Principles and methods [In. with Fr. R.V.Kazakovoy, V.B.Heyfita]. - M.: "Energy", 1971. - 333.
4. T.S. Karanfilov, Determine the radius of grouting at the constant ratio of filtration. Hydraulic Engineering number 1. - M.: Gosenergoizdat, 1951. - P.39-42.
5. V.M. Margolin, Propagation of solutions around single injectors in chemical grouting: dis. for the degree of Ph.D. – Moscow, 1969. - 182 p.
6. V.F. Jushkin, Development of experimental and theoretical fundamentals and technical means to create monitoring systems vibrodeformatsionnogo geomechanical state of rock mass block-hierarchical structure: foxes. For the degree of Doctor of Technical Sciences - Novosibirsk, 2009. - 386 p.
7. I.I. Sugars, A.E. Zaharov, Experience high-pressure injection into plastic-frozen soils. Reconstruction cities and Geotechnical Engineering. - SPb.-M. Univ DIA 2004. - № 8 - S. 168-171.
8. A.I. Osokin, A.V. Sbitnev, V.V.Tatarinov, Device Features bored piles when applying concrete under pressure. Industrial and civil construction: nauchn.-tehn. and Manuf. magazine. - M., 2006. - № 9. - P.65-66.
9. K.S. Shadunts, P.A. Lyashenko, V.V. Ramenskii, Soil reinforcement mortar bases. Building construction. - K.: NIISK 2001. - № .55. - P.185-189.
10. A.E.Smoldyrev, Flowsheet compensatory discharge hardening mixtures into the ground in the construction of a tunnel in Lefortovo. Bases, foundations and soil mechanics. - M., 2000. - № 1. - S. 21-22.
11. S.B. Ukhov, Soil Mechanics, Foundations: Textbook. - Moscow: Publishing House. DIA, 1994. - 527
12. N.P. Badora, Features dissemination of technological solutions at the injection reinforced soil mass / NP Cheerful, IV Coz - Collected Works "Scientific Bulletin of construction» - № 71 (2013). - P. 161-165.

Рецензія/Peer review : 6.2.2014 р. Надрукована/Printed :7.4.2014 р.

Рецензент: Моргун А.С., д.т.н., проф. кафедри промислового та цивільного будівництва
Вінницького національного технічного університету

UDC 675.92.027

T. KULIK, O. BURMISTENKOV, B. ZLOTENKO
Kyiv National University of Technologies and Design

MATHEMATICAL MODELING OF INTRUSION MOLDING

Abstract – The article is devoted to the mathematical modeling of intrusion forming of polymer products. intrusion moulding machine cycle involves the following stages. After the mould closes, the screw (while rotating) pushes forward to inject melt into the cooled mould. The air inside the mould will be pushed out through small vents at the furthest extremities of the melt flow path. When the cavity is filled, the screw continues to rotate to apply a holding pressure. This has the effect of squeezing extra melt into the cavity to compensate for the shrinkage of the plastic as it cools. This holding pressure is only effective as long as the gate remain open. Once the gate freeze, no more melt can enter the mould. When the molding has cooled to a temperature where it is solid enough to retain its shape, the mould opens and the molding is ejected. The mould then closes and the cycle is repeated. The study of the mathematical model makes it possible to determine melt output, depending on the elevation angle of the screw in the material cylinder based on the geometrical parameters of the extrusion head and the mold.

Keywords: polymer, molding, screw, intrusion.

T.I. КУЛІК, О.П. БУРМІСТЕНКОВ, Б.М. ЗЛОТЕНКО
Київський національний університет технологій та дизайну

МАТМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ПОЛІМЕРІВ ПІД ТИСКОМ

В статті розглянута математична модель процесу інтрузійного формування полімерного виробу. Прийнято до уваги, що розплавлений полімер заповнює оформлюючу порожнину прес-форми, при цьому повітря, що містилося у її середині, витискається через спеціальні отвори, а сам полімерний матеріал у прес-формі витримується деякий час під тиском для компенсації усадки готового виробу при охолодженні. Необхідний тиск у прес-формі забезпечується обертанням черв'яка литтєвого агрегату. У результаті дослідження отриманої математичної моделі встановлені залежності витрати розплаву від кута підйому черв'яка у матеріальному циліндрі з урахуванням геометричних параметрів екструзійної головки та прес-форми.

Ключові слова: полімер, формування, черв'як, інтрузія.

Introduction

One of the most common processing methods for plastics is intrusion molding. A typical intrusion moulding machine cycle involves the following stages. After the mould closes, the screw (while rotating) pushes forward to inject melt into the cooled mould. The air inside the mould will be pushed out through small vents at the furthest extremities of the melt flow path. When the cavity is filled, the screw continues to rotate to apply a holding pressure. This has the effect of squeezing extra melt into the cavity to compensate for the shrinkage of the plastic as it cools. This holding pressure is only effective as long as the gate remain open. Once the gate freeze, no more melt can enter the mould. When the molding has cooled to a temperature where it is solid enough to retain its shape, the mould opens and the molding is ejected. The mould then closes and the cycle is repeated.