

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ФОРМУЮЧОЇ ГОЛОВЦІ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ПРИ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ВИТВИЦЬКИЙ В.М., бакалавр; ЩЕРБИНА В.Ю., доц., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Досліджено роботу формуючої головки черв'ячного преса за різних умов роботи, виконаний чисельний експеримент та проведений аналіз преса при нормальному режимі роботи та при можливому виникненні аварійних ситуацій.

Екструзія - це спосіб переробки полімерних матеріалів безперервним продавлюванням їх розплаву через формуючу головку, геометрична форма вихідного каналу якої визначає профіль одержуваного виробу або напівфабрикату. Близько половини вироблених термопластів переробляються у виробі цим способом. Екструзією отримують плівки, листи, труби, прутки, різні за складністю профілі та ін. Переробка вторинних полімерів і гранулювання також виконуються із застосуванням екструзійного обладнання [1].

Полімерні труби набувають все більш широкого застосування у різних сферах життєдіяльності: в будівництві, легкій, харчовій та інших галузях промисловості, а також у комунальному і сільському господарствах. Наприклад, завдяки своїй стійкості до гідролізу, кислот і лугів полімерні труби застосовуються у хімічній промисловості при прокладанні нових трубопроводів або для футеровки існуючих сталевих трубопроводів, а завдяки низькій проникності по зрідженому і природному газу разом із високими механічними властивостями їх застосовують під час транспортування природного газу [2].

Основним обладнанням екструзійного процесу є черв'ячний екструдер (прес), оснащений формуючою головкою. У екструдері полімерний матеріал розплавляється, пластикується і потім нагнітається у головку. Стабільний температурний режим роботи обладнання технологічного процесу виготовлення виробів, зокрема формуючої головки для виготовлення труб, є вкрай важливим, оскільки при його порушенні виникають різкі перепади температур, що призводять до погіршення якості отримуваних виробів та перешкоджають підтриманню заданого технологічного режиму.

У даній роботі досліджуються температурні поля та напружено-деформований стан формуючої головки черв'ячного преса (Рис. 1) за нормальних умов роботи та при частковому або повному аварійному відключенні нагрівників.

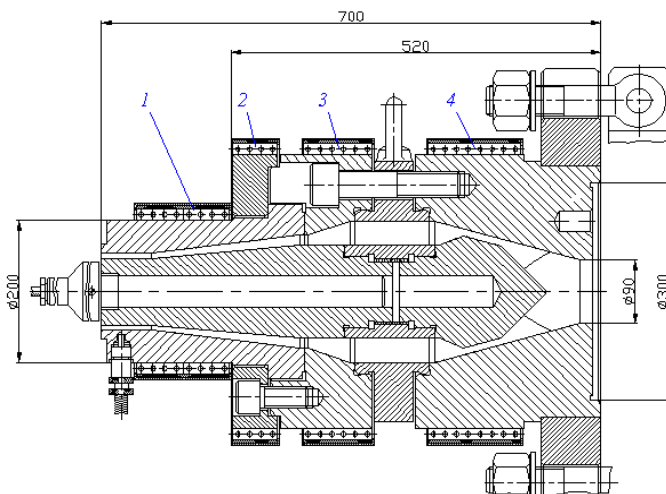


Рис.1 – Ескіз головки екструдера:
1...4 – нагрівники

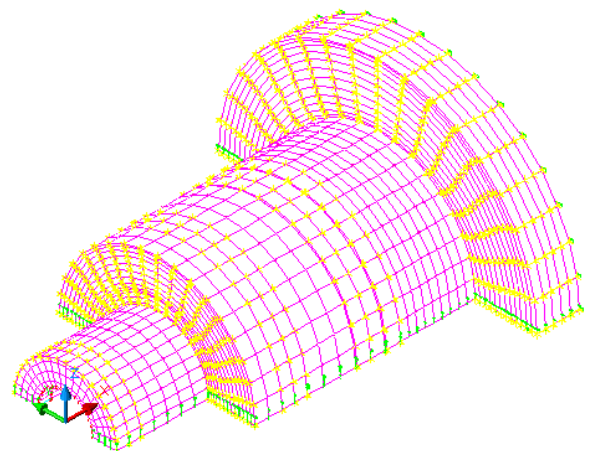


Рис.2 – Розрахункова схема із заданими механічними та тепловими властивостями

Для рішення задачі використовувалась інтегрована система VESNA, розроблена на кафедрі ХПСМ НТУУ „КПІ” [3]. Процесор системи Vesna дозволяє виконувати розрахунки на міцність та моделювати гідродинамічні та теплові процеси. Обчислювальний комплекс VESNA є ядром пакета і являє собою універсальну розрахункову систему для скінченного-елементного аналізу конструкцій. Розрахункова схема головки преса черв'ячного включає в себе матрицю, зовнішнє кільце, передній та задній корпус, дорнотримач та фланець і наведена на Рис.2.

На відкритих поверхнях конструкції враховувався конвективний теплообмін, який визначається по залежності [3]:

$$\alpha = 3,5 + 0,062 \cdot T.$$

Температура нагрівників становить 180 °С. Матеріал потрапляє в головку з початковою температурою 180 °С. Тиск всередині головки 40 МПа.

В результаті рішення задачі визначено температурні поля та напружено-деформований стан формуючої головки із урахуванням діючого тиску, температурних навантажень від нагрівачів та власної ваги конструкції. На Рис.3. представлена деформована схема головки з коефіцієнтом масштабування деформації (КМД) 200. Отримані приведені напруження $G = 95$ МПа не перевищують допустимих $[G] = 250$ МПа.

На Рис.4 приведено розподіл температурних полів по головці із усіма включеними нагрівниками.

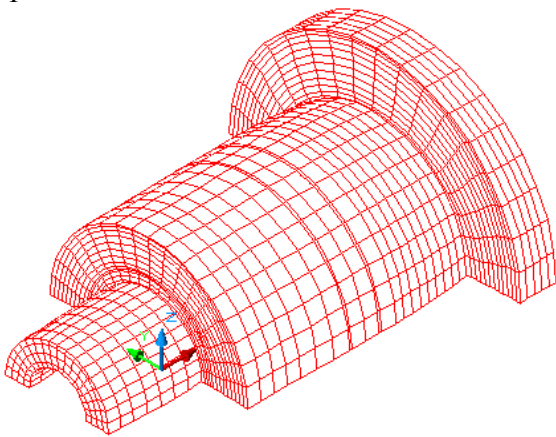


Рис.3 – Деформована конструкція (КМД 200)

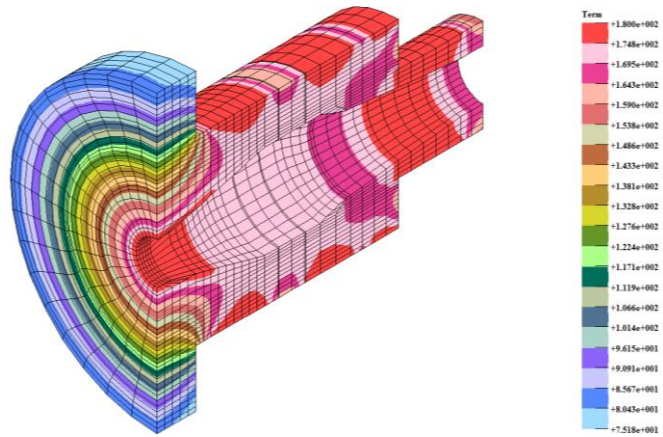


Рис. 4 – Температурні поля головки

Представляє інтерес дослідження температурних полів головки при частковому або повному аварійному відключенні нагрівників. Результати цих досліджень з вказанням температур у зоні контакту головки та оброблюваного матеріалу приведені на Рис.5. В чисельному експерименті були промодельовані наступні ситуації (номери пунктів відповідно до номерів залежностей Рис.5).

1. Всі нагрівачі включені, що відповідає стабільній роботі головки. Температура розподіляється у межах від 165 °С до 180 °С, мінімальна температура матеріалу отримана на виході із головки.

2. Відключений нагрівник №1 (Рис.1). Середня температура у зоні нагрівника зменшилась зі 175 до 120 °С.

3. Відключений нагрівник №2. Мінімальна температура у зоні нагрівника зменшилась зі 168 до 157 °С.

4. Відключений нагрівник №3. Мінімальна температура зменшилась зі 172 до 155 °С.

5. Відключений нагрівник №4. Мінімальна температура зменшилась зі 172 до 144 °С.

6. Відключення всіх нагрівачів при аварії в електропостачанні. Мінімальна температура матеріалу отримана на виході з головки і становить 33 °С.

З рисунку видно, що при відключенні одного із нагрівників температура суттєво падає у зоні його розташування, найбільш помітно – при відключенні нагрівника №1, найменш – при відключенні нагрівника №2. При відключенні усіх нагрівників температура поступово спадає до зони виходу матеріалу зі 180 до 33 °С.

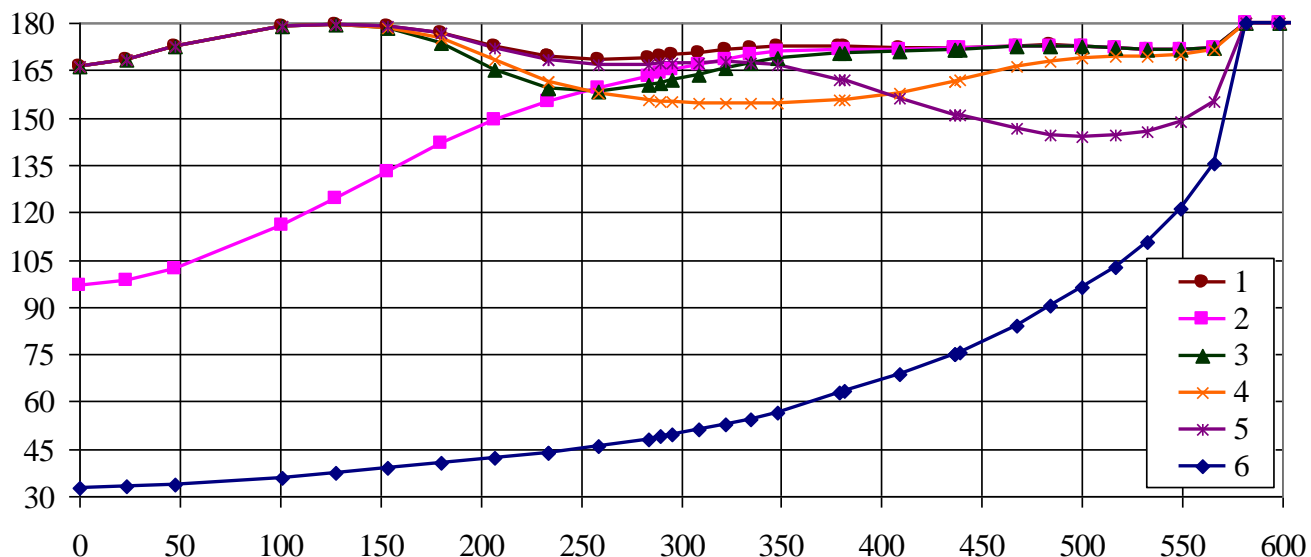


Рис.5 – Температурні поля головки у зоні контакту з матеріалом

Можна зробити висновок, що стабільна робота нагрівників важлива для процесу формування труб, оскільки при несправності або аварійному відключенні хоча б одного із них у розподілі температур виникне різкий перепад, що вочевидь призведе до збоїв у виробництві труб через неможливість дотримання технологічного режиму виготовлення. Таким чином, можливо проводити подальші дослідження у цьому напрямку.

Запропонована розрахункова модель дозволяє проводити більш повні розрахунки з можливістю визначати напружено-деформований стан формуючої головки преса черв'ячного із урахуванням довільного розподілу температур та навантажень, а також за різних фізико-механічних властивостей головки.

Отримані дані дають змогу дослідити роботу досліджуваного вузла машини у різних експлуатаційних режимах і зробити вибір раціональних параметрів його роботи та конструкції у цілому.

При подальших дослідженнях потрібно врахувати час проходження полімерного розплаву вздовж головки шляхом рішення нестационарної задачі теплопровідності.

Література

1. Раувендааль К. Экструзия полимеров / К. Раувендааль; пер. с англ. под ред. А. Я. Малкина. — СПб. : Профессия, 2006. — 768 с.
2. Вознюк В. Т. Интенсификация процесса изготовления экструдированных полимерных труб : монография / В. Т. Вознюк, І. О. Мікульонок – К.: НТУУ КПІ, 2012. – 142 с.
3. Сахаров О. С. САПР. Интегрированная система моделирования технологических процессов и расчета оборудования химической промышленности : навчальний посібник / О. С. Сахаров, В. Ю. Щербина, О. В. Гондляр, В. І. Сівецький – К. : ТОВ Поліграф Консалтинг, 2006. – 156 с.