2.6. Метод встановлення функціональної залежності між параметрами газодинамічного процесу у відсіку з урахуванням моделі за апріорною інформацією

При дослідженні процесів втікання і витікання газу з кабіни постає потреба використовувати розроблені математичні моделі. Найчастіше досліджуваний відсік має параметри, яких не містить математична модель за апріорною інформацією. Застосування розроблених моделей ускладнене або практично неможливе. Встановлення функціональної залежності між параметрами досліджуваного газодинамічного процесу на підставі розроблених методів [12, 36, 40, 41, 74, 81, 82, 85, 161, 281] істотно ускладнюється і призводить до необхідності відтворювати моделі (наприклад, рівняння стану), які експериментально підтверджені і на практиці широко застосовуються. Встановлення залежності між параметрами газодинамічних процесів з використанням моделей за апріорною інформацією можливо відповідно до блок-схеми на рис. 2.1 за умови виконання операцій:

1. Розробка структурної схеми відсіку(ів). Визначення газодинамічних, геометричних і функціональних параметрів досліджуваного відсіку.

Обґрунтування. Розробку структурної схеми і визначення змінних величин для розробки математичної моделі проводять відповідно до основних положень розробки математичної моделі і методу визначення параметрів газу в кабіні ЛА. На підставі структурної схеми і аналізу процесів, які протікають, можливо визначити основні параметри газодинамічних процесів у відсіку(ах).

2. За апріорною інформацією визначають модель, яка враховує досліджувані параметри і відображає основні закономірності досліджуваного явища.

Обґрунтування. Необхідно здійснити аналіз результатів дослідження аналогічних процесів у відсіку в опублікованих роботах. Найчастіше під час дослідження газодинамічних процесів у відсіку використовують рівняння стану [12, 13, 15, 16, 37, 40]. Так як відповідно до рівняння стану залежність між тиском, температурою і густиною газу вже встановлено, то доцільно використати цю залежність. Це дасть можливість під час дослідження процесів у відсіку не прово-

дити додаткові дослідження щодо встановлення вже відомих залежностей.

3. Необхідно провести порівняння параметрів досліджуваного процесу і моделі за апріорною інформацією. Визначають додаткові параметри, що їх не містить модель за апріорною інформацією.

Рис. 2.1. Блок-схема встановлення функціональної залежності між параметрами

Обґрунтування. Проводять зіставлення параметрів для досліджуваного процесу і моделі відповідно до апріорної інформації. Визначають основні параметри і параметри, що їх не містить модель за апріорною інформацією. Такими параметрами зазвичай при описі політропних процесів є підведення і відведення енергії. Ці величини впливають на зміну основних параметрів відповідно до рівняння стану. Зв'язок між усіма досліджуваними параметрами у відсіку у вигляді узагальненого рівняння не встановлено [31, 36, 74, 157, 274], що не дає змоги описати реальні процеси у відсіку.

4. Для додаткових параметрів слід сформувати критерій, модель, узагальнений параметр.

Обґрунтування. Якщо на підставі апріорної інформації для основних параметрів встановлено критеріальну модель, то відповідно до теорії подібності [28, 121] на підставі додаткових параметрів розробляють критерій або кілька критеріїв. Для функціональної залежності між основними параметрами, яка має енергетичний вигляд або може бути до нього перетворена, додаткові параметри перетворюють до енергетичного вигляду (наприклад, потенційної, кінетичної, повної енергії газу у відсіку). Відповідно до таких перетворень, можливо застосовувати до досліджуваних процесів закони теорії подібності, збереження енергії, газодинаміки.

5. Перетворення рівнянь для параметрів за апріорною інформацією і додаткових параметрів до однієї і тієї самої фізичної величини, критерію або до фізичних величин, які можуть бути об'єднані з урахуванням застосування основних законів газодинаміки. Встановлення узагальненого рівняння процесу.

Обґрунтування. У процесі отримання критеріальних залежностей для основних і додаткових параметрів відповідно до теорії подібності можливо сформулювати узагальнену критеріальну модель процесів газу у відсіку. Однією з істотних переваг такої моделі є наявність критеріїв, які можуть бути використані для оцінювання подібності експериментальної моделі і натурного об'єкта. Недоліком такого підходу є наявність у математичній моделі додаткових коефіцієнтів, які необхідно визначити за результатами експерименту. Цей недолік усувають під час встановлення залежності на основі закону збереження енергії. Розглядаючи відсік у

вигляді відкритої або закритої ТДС, отримані рівняння для основних і додаткових параметрів перетворюють відповідно до закону збереження енергії до узагальненого рівняння процесу. Таким чином, узагальнене рівняння дає змогу встановити залежність між досліджуваними параметрами з урахуванням досягнень інших авторів.

6. Визначення адекватності узагальненого рівняння газодинамічного процесу з урахуванням досліджуваних параметрів.

Обґрунтування. Оцінювання адекватності встановленої залежності проводять відповідно до вимог щодо перевірки рівняння за основними положеннями метода визначення параметрів повітря в кабіні за умови розгерметизації відсіку ЛА.

7. Уточнення функціональної залежності між параметрами з урахуванням моделі по апріорній інформації і параметрами досліджуваного процесу.

Обґрунтування. Якщо встановлена залежність не задовольняє вимоги адекватності, то змінюють структуру критеріального рівняння або моделі на основі закону збереження енергії з урахуванням здійснення внутрішньої і зовнішньої роботи газу. Проводять послідовне ускладнення структури рівняння доти, доки встановлена залежність не задовольнятиме вимоги статистичних критеріїв і адекватно описувати досліджуваний процес з достатньою для практики точністю. Проведемо порівняльне оцінювання розробленого методу в порівнянні з методом формування статистичної моделі [200, 282]. Розглянемо п’ять факторів, кожен фактор знаходиться на чотирьох рівнях. Загальна кількість дослідів становитиме 1024. Проведення такої кількості експериментів у лабораторних умовах ускладнене, а на борту ЛА практично неможливе. Тому для встановлення адекватної залежності між параметрами необхідно використовувати метод планування експерименту.

Для вибраної кількості факторів і рівнів проведемо встановлення залежності з урахуванням апріорної інформації. Застосуємо рівняння (наприклад, рівняння стану), яке враховує зв’язок між трьома факторами (без урахування сталої величини). Так як зв’язок між трьома факторами визначено, то додатково необхідно провести дослідження з визначення впливу двох факторів. Загальна кількість дослідів (без урахування взаємодії з трьома факторами) тільки для додаткових фак-