

3.3. Аероакустичні процеси витікання газу з відсіку через зазор

Для дослідження аероакустичних процесів течії газу в зазорі розроблено стенд (рис. 3.2), який включає трубопровід (відсік) 1 з внутрішнім $D_1 = 0,07$ м і зовнішнім $D_2 = 0,13$ м діаметрами. По осі пластини 2 виконано отвір з гострими кромками діаметром 1,5 мм. Пластина і корпус 3 утворюють камеру 4. Геометричні розміри пластини (екрану) і камери наведено на рис. А.13. Об'єм камери 4 становить $V = 0,00138$ м³. У середині камери 4 по осі пластини 2 і корпусу 3 встановлено мікрофон 5. Між корпусом 3 і мікрофоном встановлено гумове ущільнення, яке забезпечує герметичність і звукоізоляцію камери 4. Зовнішній бік корпусу 3 покрито звукопоглинаючим матеріалом (ЗПМ) ВТ-4С завтовшки 15 мм.

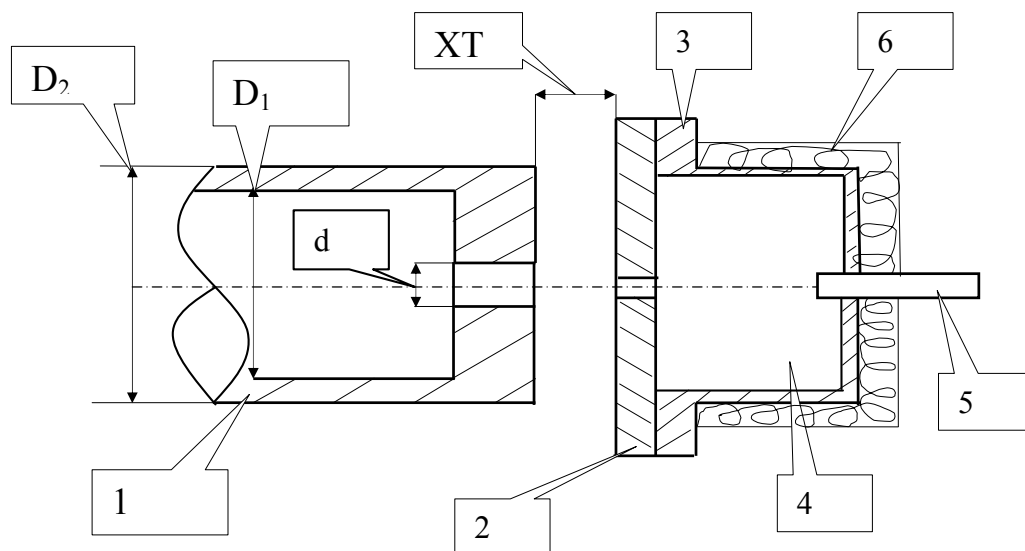


Рисунок 3.2. Структурна схема стенду для проведення аероакустичних досліджень у зазорі: 1 – трубопровід (відсік); 2 – пластина; 3 – корпус; 4 – камера; 5 – мікрофон; 6 – ЗПМ; d – діаметр отвору; D_1 – внутрішній діаметр; D_2 – зовнішній діаметр; ХТ – відносний зазор

На вхід до трубопроводу 1 від джерела стисненого газу подають газ із заданим надлишковим тиском P (Па) і масовою витратою G (кг / год) (рис. А.1). Повітря проходить трубопроводом 1 через отвір з діаметром d в зазор між корпусом трубопроводу і пластиною 2. У зазорі ХТ потік газу витікає в навколишній простір. Пластину 2 встановлено перпендикулярно до набігаючого потоку. За відношення

діаметру пластини 2 до діаметру трубопроводу 2, що дорівнює 1,7, що дає змогу переміщати пластину разом з камерою 4 в одній площині щодо осі трубопроводу без зміни характеру течії газу в зазорі. Для обраного зазору ХТ переміщуємо вісь камери 4 в радіальному напрямку (відносний радіус струменя в зазорі $h = R / R_{op}$, R – досліджуваний радіус, R_{op} – опорний радіус). Для обраного положення h в камері 4 проводимо вимірювання РЗТ. За значеннями РЗТ в камері 4 визначаємо шум рухомого потоку в зазорі між трубопроводом і пластиною уздовж осі Y (рис. 3.1).

Сумістимо осі отвору d і отвори в пластині 2. Переміщуючи камеру 4 уздовж осі трубопроводу 1, визначимо РЗТ для різних положень зазору ХТ. Встановлення мікрофона 5 в камері 4 дає змогу проводити вимірювання РЗТ практично на всіх ділянках зазору і в усьому діапазоні швидкостей потоку на виході з трубопроводу 1. Встановлення мікрофона в камері 4 дає можливість отримати стійкі оцінки УЗД. За швидкості повітря на виході з відсіку більше (10 ... 15) м/с використовувати мікрофон для вимірювання шуму в зазорі практично неможливо. Таким чином, вимірювання РЗТ шляхом встановлення мікрофона в камері 4 дає змогу проводити вимірювання РЗТ в зазорі для всього досліджуваного діапазону швидкостей рухомого газу (рис. А.13).

Для зменшення впливу навколишнього простору на акустичні характеристики потоку в зазорі корпус 3 із зовнішнього боку покритий звукопоглинальним матеріалом 6. Корпус 3 забезпечує максимальне відображення звукових хвиль, які проникають в камеру 4 через отвір у пластині 2. Така конструкція дає змогу звести до мінімуму вплив мікрофона на рухомий потік і зменшити розсіювання енергії потоку в навколишній простір.

Для визначення ступеня впливу обертання на процеси утворення і поширення шуму між трубопроводом 1 і пластиною 2 додатково встановлено диск (нерухомий і обертовий) в області мінімальної силової дії потоку уздовж осі трубопроводу.

Проведено експериментальні дослідження за умови розташування осей отворів на виході з відсіку 1 і в пластині 2 уздовж однієї лінії (рис. А.19). Один із характерних режимів течії газу становить: $G = 54$ кг / год, $P_1 = 0,15 \times 10^5$ Па.

Зменшення зазору від $X_T = 1800$ до $X_T = 300$ призводить до збільшення сумарного РЗТ від 87,7 дБ до 97,9 дБ. Подальше зменшення зазору призводить до зменшення шуму до 94,3 дБ. У цій області течія газу в зазорі має мінімальну силову дію потоку на пластину вздовж осі трубопроводу 1. Максимальне значення СРЗТ отримано 132,1 дБ за відносного зазору $X_T \approx 0,9$. Взаємодія потоку з пластиною 2 має нестійкий характер, що проявляється у вигляді зміни силової дії потоку на пластину 2. Зменшення зазору до $X_T = 0$ супроводжується зменшенням шуму. Для $X_T = 0$ між пластиною 2 і торцевою частиною трубопроводу 1 немає щілини. Теоретично повітря з трубопроводу не надходить до навколишнього простору. На практиці між відсіком 1 і пластиною 2 утворюється технологічна щілина, яка призводить до витоків. Це обумовлено неточністю виготовлення деталей 1 і 2. Течію газу супроводжує утворення СРЗТ в 62 дБ.

За умови витрати повітря $G = (65 \dots 70)$ кг/год і надлишкового тиску газу у відсіку $P_1 = 4,4 \times 10^5$ Па пластина 2 піддається мінімальній силовій дії вздовж осі трубопроводу 1 при зазорі $X_T = (0,3 \dots 0,6)$ (рис. А.20). Сумарний РЗТ по осі трубопроводу становить 109,8 дБ. Зі збільшенням h рівень шуму підвищується і досягає максимального значення 112,4 дБ за $h \approx 12,5$. Подальше збільшення h призводить до зменшення шуму до 90 дБ за $h = 48$. За умови збільшенні $h > 48$ рівень шуму зростає і досягає значення 97 дБ. Максимальний рівень шуму отриманий за $h = 65$, коли потік газу виходить із зазору в навколишній простір.

Досліджуємо вплив обертання диску, встановленого в потоці на виході з відсіку. Розташуємо камеру 4 і трубопровід 1 на одній вісі і на відстані, за якої газ, що виходить з відсіку, чинить мінімальну дію на диск. Між трубопроводом і пластиною 2 встановимо перпендикулярно до потоку, що набігає, диск діаметром 0,13 м. Під час подачі повітря в трубопровід 1 з витратою $G = 32$ кг / год і тиском $P = 0,18 \times 10^5$ Па диск вагою 3,3 грама утримується потоком повітря. Результати вимірювання шуму в камері наведено на рис. А.21. На диск з боку потоку, що набігає, приклеїмо дві пластини завширшки 5 мм і завтовшки 0,15 мм.

Пластини розташовані з протилежних боків від вертикальної осі диска по дотичній до діаметру 70 мм під кутом 180° і не виходять за зовнішній діаметр диска.