

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАВНИВАЮЩИХ СЕТОК НА ВХОДЕ В ДВИГАТЕЛЬ НАЗЕМНОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

© 2009 А. Р. Гузаиров, С. Г. Суворов

Научно-производственное предприятие «Мотор», г. Уфа

В статье представлены результаты применения цилиндрических сеток для уменьшения неравномерности воздушного потока во входном устройстве двигателя. Сетки имеют высокую эффективность и надежность. Показано, что необходимо контролировать техническое состояние сеток.

*Сетка, входное устройство, двигатель, энергоустановка, окружная неравномерность, потери давления*

Двигатели летательных аппаратов с законченным полетным ресурсом находят применение в наземной технике, например в газотурбинных приводах (ГТП) энергетических установок.

Основной задачей при их эксплуатации является обеспечение надёжности с увеличением ресурса.

Из-за особенностей компоновки воздухозаборной системы (наличие шумоглушителя, ограниченные размеры) возникает неравномерность потока воздуха перед компрессором приводящая к росту напряжений, появлению вибраций и поломкам деталей двигателя.

Известно [1], что выравнивание потока может ускоряться при наличии сопротивления, рассредоточенного по сечению. При этом чем больше коэффициент сопротивления распределительного устройства, тем значительно больше степень выравнивания скоростей.

По опыту ФГУП «НПП «Мотор» для выравнивания потока перед компрессором газотурбинной энергоустановки типа ГТЭ-10/95 в воздухозаборной системе устанавливаются цилиндрические сетки с живым сечением от 50 до 70%. Типы применяемых сеток:

- металлические сетки ГОСТ 3826-82;
- капроновые сетки ГОСТ 4403-91.

### Объект исследования

Исследовалось входное устройство (ВУ) промышленной газотурбинной энергетической установки ГТЭ-10/95 с двигателем типа Р13-300. Перед ВУ установлена выравнивающая сетка.

Схема ВУ показана на рис. 1.

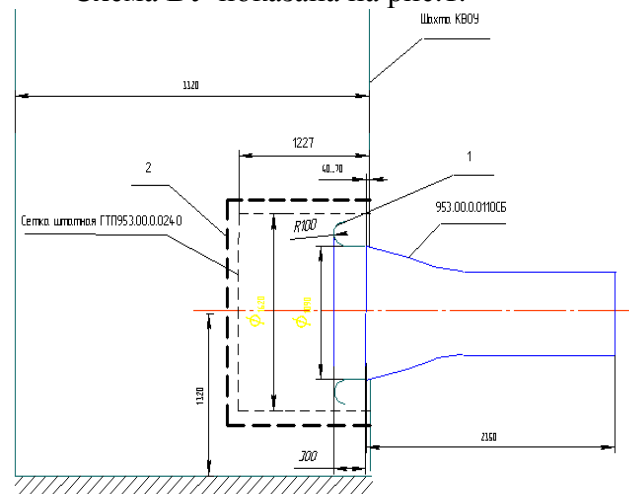


Рис. 1. Схема ВУ

Для оценки эффективности уменьшения возмущений потока перед компрессором исследованы варианты компоновок сеток:

- одна металлическая сетка с коэффициентом живого сечения  $f = 0,66$ ;
- одна металлическая сетка ( $f = 0,66$ ) и капроновая сетка;
- две металлические сетки ( $f = 0,66$  и  $f = 0,65$ ) и капроновая сетка.

Капроновая сетка ( $f = 0,575$ ) установлена поверх металлической сетки (рис. 2).

ВУ на время испытаний препарировалось приборами измерения давления.

Измеряемые параметры:

- полное давление  $P_1^*$  по четырем семиточечным пневмогребёнкам;
- статическое давление  $P_1$  по четырем приемным отверстиям диаметром 1 мм на стенке ВУ.

При эксплуатации двигателей в наземных условиях может происходить заметное загрязнение сеток посторонними мелкодис-

персными частицами, а также их обледенение при низких температурах воздуха.



Рис. 2. Внешний вид ВУ из капроновой сетки

Для контроля технического состояния (проницаемости) выравнивающей сетки разработана система непрерывного контроля перепада давлений на сетке, которая включает: приемники давления, расположенные перед сеткой и за сеткой; воздушную магистраль из соединительных трубок и штуцеров; датчик разности давлений типа Метран.

### Результаты эксперимента

По результатам измерения параметров воздушного потока в канале ВУ выполнена оценка параметров потока на входе в двигатель по критериям:

- коэффициент восстановления полного давления  $\sigma$  (рис. 3);
- показатель окружной неравномерности полного давления  $\Delta\sigma_0$  (рис. 4).

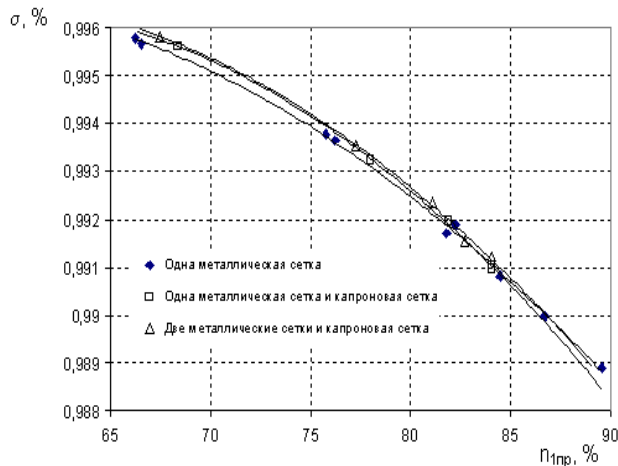


Рис. 3. Коэффициент восстановления полного давления на входе в двигатель

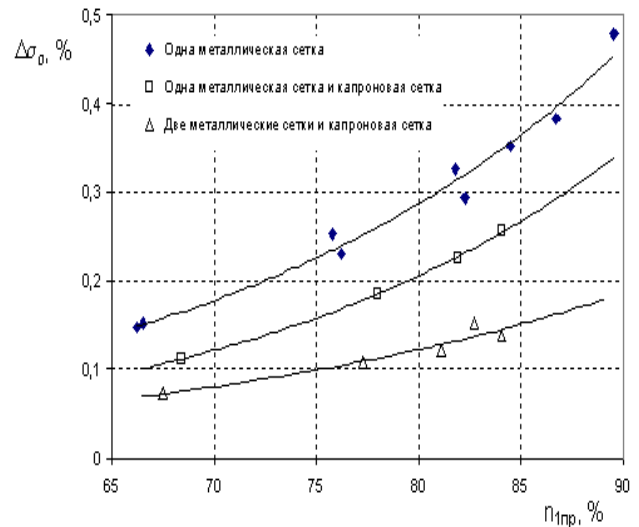


Рис. 4. Окружная неравномерность полного давления на входе в двигатель

Оценка потерь давления на входе в компрессор показала, что уровень параметра  $\sigma$  в ВУ практически не изменился с постановкой второй металлической сетки и капроновой сетки. Это объясняется тем, что сетки, создавая дополнительное сопротивление на входе в двигатель, последовательно обеспечивают выравнивание локальной неравномерности поля скоростей потока по всей площади сеток.

Из рис. 4 видно, что сетки заметно снижают окружную неравномерность полного давления воздушного потока в ВУ. Применение двух последовательно расположенных металлических сеток вместо одной металлической сетки показало лучшую эффективность. При этом показатель окружной неравномерности полного давления снизился практически в два раза.

На рис. 5, 6 и 7 показано распределение полных давлений в канале ВУ по радиусу и в окружном направлении. Со стороны подвода воздуха в ВУ (пневмогребёнка с  $\varphi=90^\circ$ ) в компоновке ВУ с одной металлической сеткой и капроновой сеткой имеется «затенённая» зона с пониженным полем полного давления. По другим пневмогребёнкам поле полных давлений ровнее. В компоновке ВУ с двойной металлической сеткой и капроновым чехлом поле полных давлений по всем пневмогребёнкам достаточно ровное.

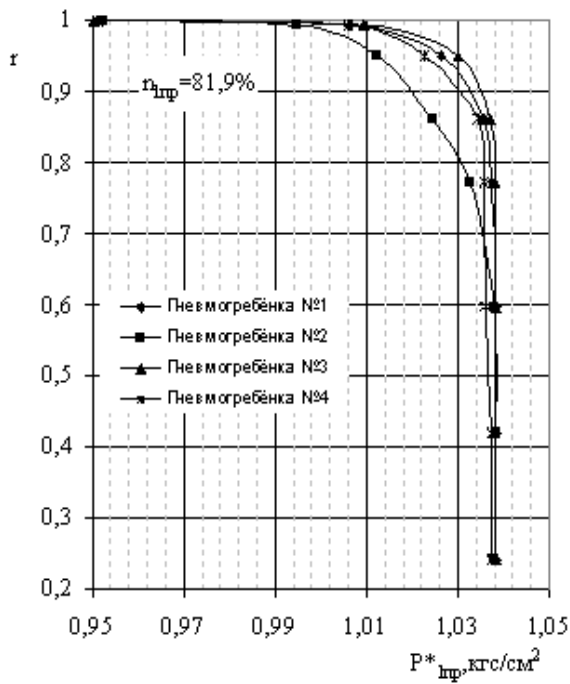


Рис. 5. Профили распределения поля давлений по радиусу в ВУ с одной металлической сеткой и капроновой сеткой ( $P^*_{гр} = 1,0332 P^*_i / P^*_{1cp}$ )

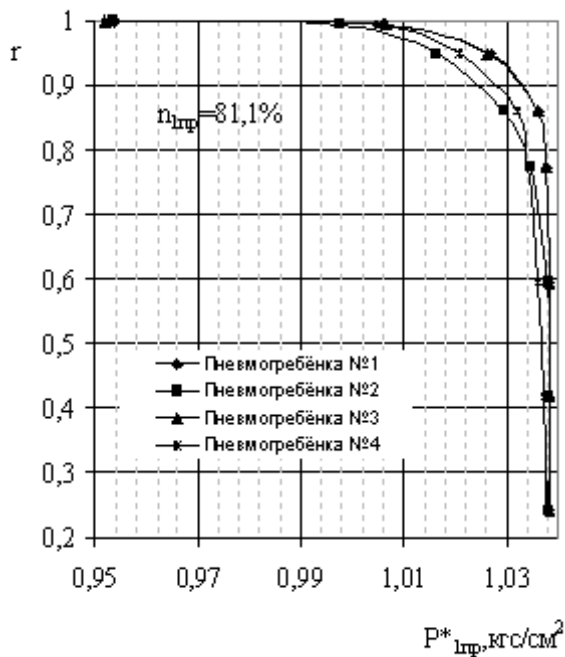


Рис. 6. Профили распределения поля давлений по радиусу в ВУ с двойной металлической сеткой и капроновой сеткой ( $P^*_{гр} = 1,0332 P^*_i / P^*_{1cp}$ )

Результаты экспериментальных работ показали, что применение сеток на входе является эффективным способом выравни-

вания поля скоростей и давлений потока воздуха перед компрессором двигателя.

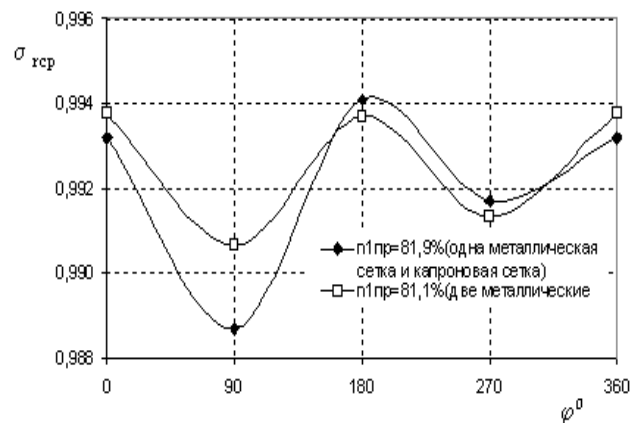


Рис. 7. Распределение коэффициента полного давления, осреднённого по радиусу пневмогребёнок, по окружности ВУ

Применение последовательно расположенных металлических и капроновых сеток дает постепенное выравнивание воздушного потока с минимальными потерями полного давления.

Для предотвращения повышения неравномерности воздушного потока перед компрессором при загрязнении или обледенении сеток необходим непрерывный контроль перепада давления сетки ВУ.

Разработанная система контроля перепада давлений на выравнивающей сетке позволяет вести оценку ее технического состояния и может служить дополнительным сигнализатором обледенения воздухозаборного тракта ГТЭ-10/95.

### Библиографический список

1. Идельчик, И.Е. Аэрогидродинамика технологичных аппаратов (Подвод, отвод и распределение потока по сечению аппаратов) / И.Е. Идельчик. – М.: Машиностроение, 1983. – 351 с.

### Reference

1. Idelchick I.E. Aerodynamics of technological apparatus (Feed, bleed and distribution of flow over apparatus section). – М.: Machine-building industry, 1983. – p.351.

## THE EFFICIENCY OF ALIGNING GRATINGS AT ENGINE INLET OF GROUND POWER PLANTS

© 2009 A. R. Guzairov, S. G. Suvorov

Federal state unitary enterprise Scientific-production enterprise «Motor», Ufa

In this paper the results of cylindrical gratings application for decrease of air flow irregularity in engine intake are presented. The gratings have high efficiency and reliability. It is shown that the technical state of the gratings should be checked up.

*Grating, intake, engine, power plant, circumferential irregularity, pressure losses*

### Информация об авторах

**Гузаиров Альберт Ринатович**, кандидат технических наук, инженер-конструктор научно-производственного предприятия «Мотор». E-mail: [ufamotor@mail.ru](mailto:ufamotor@mail.ru). Область научных интересов: входные устройства, компрессоры, экспериментальные и численные методы.

**Суворов Сергей Германович**, начальник бригады научно-производственного предприятия «Мотор». E-mail: [ufamotor@mail.ru](mailto:ufamotor@mail.ru). Область научных интересов: входные устройства, компрессоры, экспериментальные и численные методы.

**Guzairov Albert Rinatovich**, candidate of technical science, designer-engineer of Federal state unitary enterprise Scientific-production enterprise «Motor». E-mail: [ufamotor@mail.ru](mailto:ufamotor@mail.ru). Area of research: intakes, compressors, experimental and numerical methods.

**Suvorov Sergey Germanovich**, head of team Federal state unitary enterprise Scientific-production enterprise «Motor». E-mail: [ufamotor@mail.ru](mailto:ufamotor@mail.ru). Area of research: intakes, compressors, experimental and numerical methods.