

Измерения тепловых потоков и температуры в топке котла ТГМ-84А Таймаров М. А.¹, Ахметова Р. В.², Сунгатуллин Р. Г.³

¹Таймаров Михаил Александрович / *Tajmarov Mihail Aleksandrovich* - доктор технических наук, профессор, кафедра котельных установок и парогенераторов, институт теплоэнергетики;

²Ахметова Римма Валентиновна / *Ahmetova Rimma Valentinovna* - старший преподаватель, кафедра электрических станций, институт электроэнергетики;

³Сунгатуллин Раис Газимуллович / *Sungatullin Rais Gazimullovich* - старший преподаватель, кафедра энергообеспечения предприятий и энергоресурсосберегающих технологий, институт теплоэнергетики,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Аннотация: в статье анализируется изменение падающих тепловых потоков на котле ТГМ-84А, теплота сгорания газа при этом равна 8015 ккал/м^3 .

Ключевые слова: тепловой поток, котел.

Измерение падающих тепловых потоков на котле ТГМ-84А (станционный № 4) Нижнекамской ТЭЦ-1 (НкТЭЦ-1) выполнено по методике [1] в связи с необходимостью разработки мероприятий по уменьшению разрушения обмуровки заднего экрана в связи с набросом факела. Графики зависимости расхода и давления газа перед котлом от нагрузки приведены на рис. 1-3 при сжигании газа с теплотой сгорания 8015 ккал/м^3 .

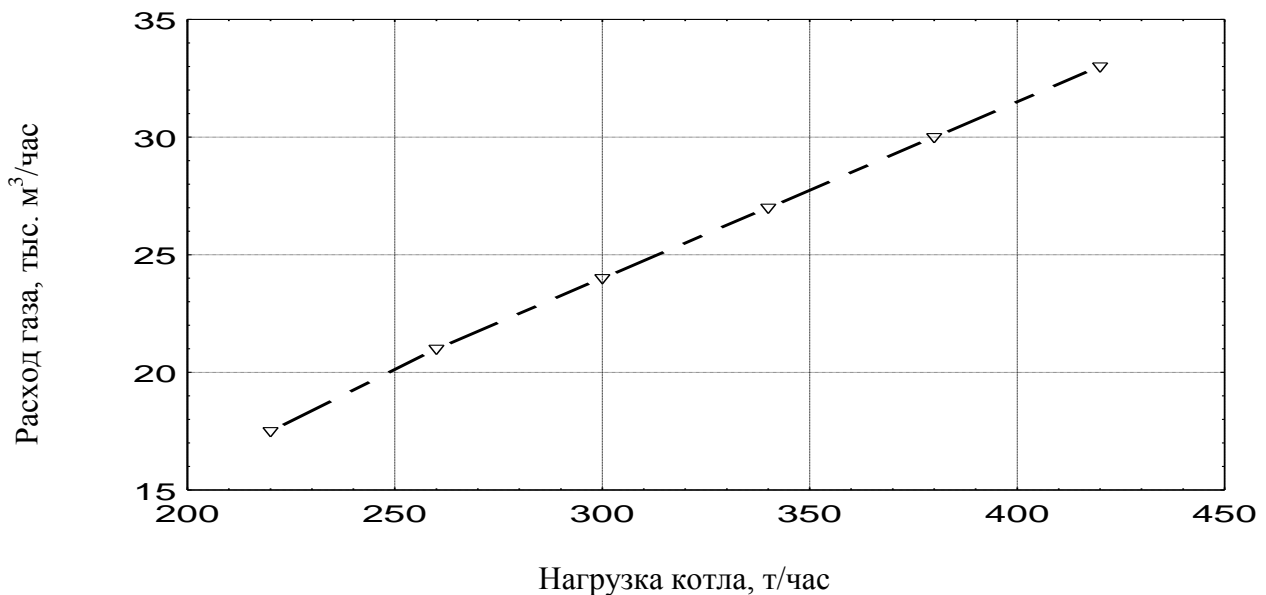


Рис. 1. Зависимость расхода газа от нагрузки котла № 4 ТГМ-84А НкТЭЦ-1

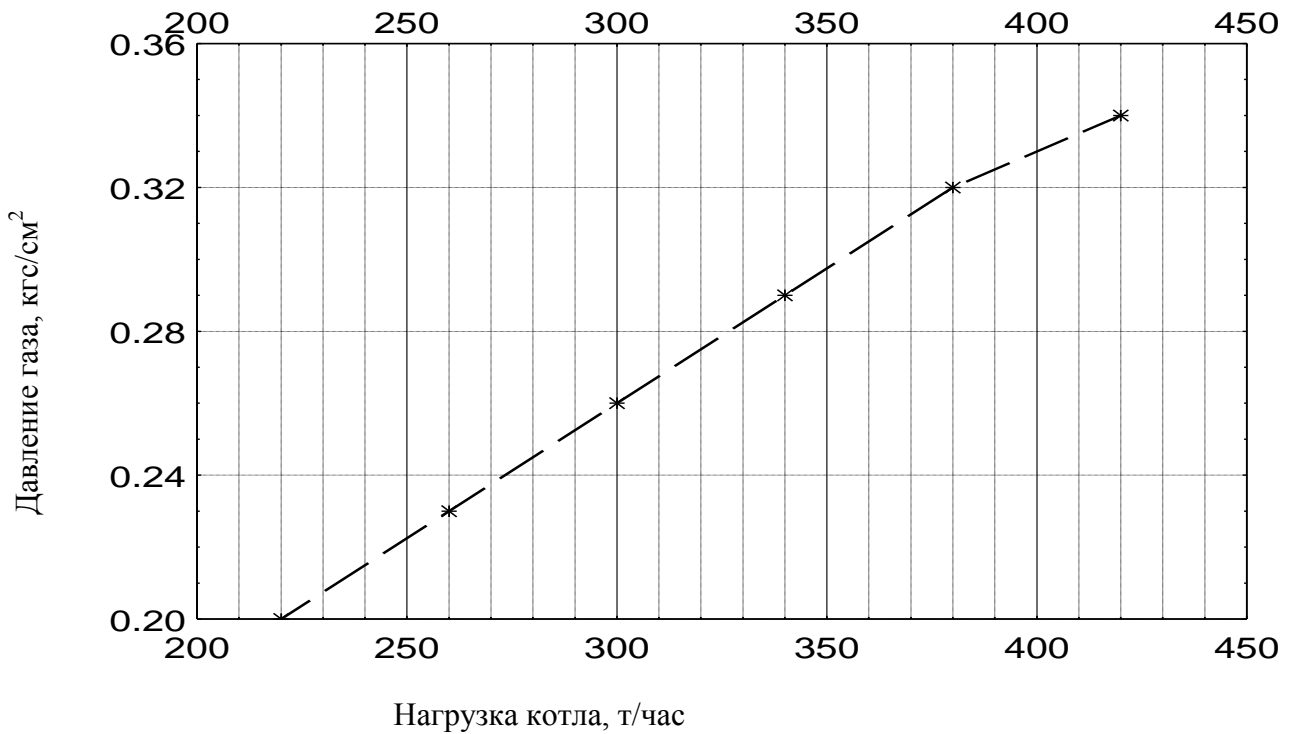


Рис. 2. Зависимость давления газа от нагрузки котла № 4 ТГМ-84А НкТЭЦ

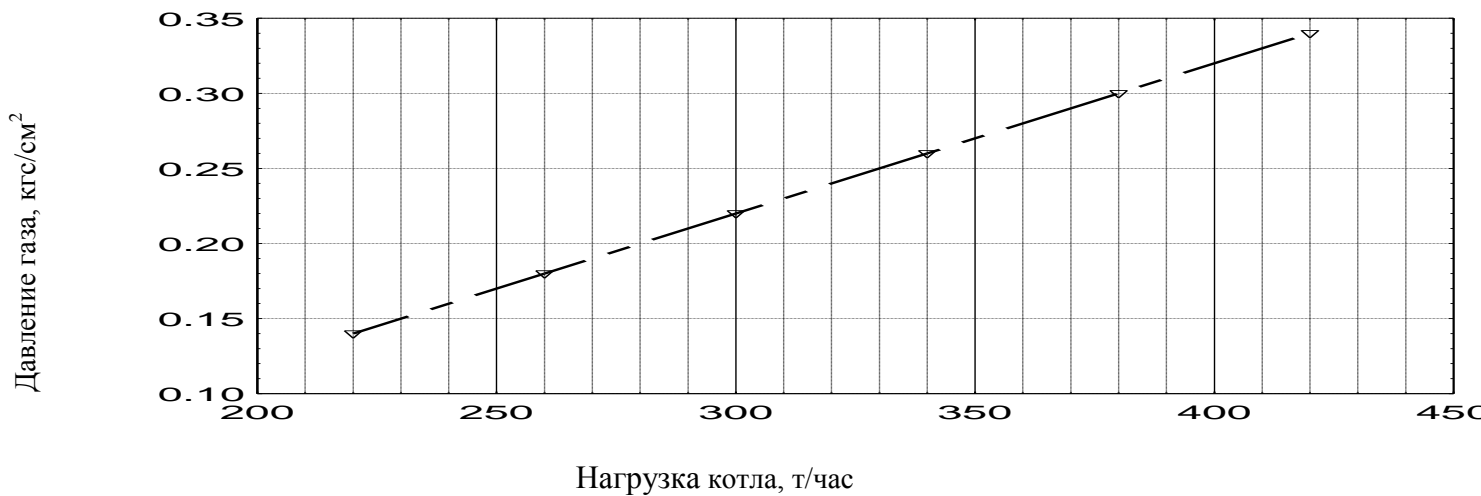


Рис. 3. Зависимость давления газа от нагрузки котла № 4 ТГМ-84А НкТЭЦ-1

Падающие потоки и температуры исследовались в плоскостях сечений, проходящих вертикально через лючки и горелки топки. Схема сечений приведена на рис. 4.

За базовое расположение принята конфигурация топки котла ТГМ-84А № 4. Сечения по глубине топок:

- сечение № 1 проходит через лючки левого экрана (№ 1 на отметке 5,5 м, № 6 на отм. 9,9 м) и через лючки правого экрана (№ 3-а на отм. 5,5 м, № 8-а на отм. 9,9 м);
- сечение № 2 проходит через лючки левого экрана (№ 2 на отм. 5,5 м, № 7 на отм. 9,9 м) и через лючки правого экрана (№ 3 на отм. 5,5 м, № 8 на отм. 9,9 м);

Сечения по ширине топок:

- сечение № 3 проходит через горелки (№ 1 на отм. 7,1м, № 3 на отм. 11,8 м);
- сечение № 4 проходит через лючки (№ 4 на отм. 7,1м, № 9 на отм. 11,8 м);
- сечение № 5 проходит через лючки (№ 5 на отм. 7,1м, № 10 на отм. 11,8 м);
- сечение № 6 проходит через горелки (№ 2 на отм. 7,1м, № 4 на отм. 11,8 м);

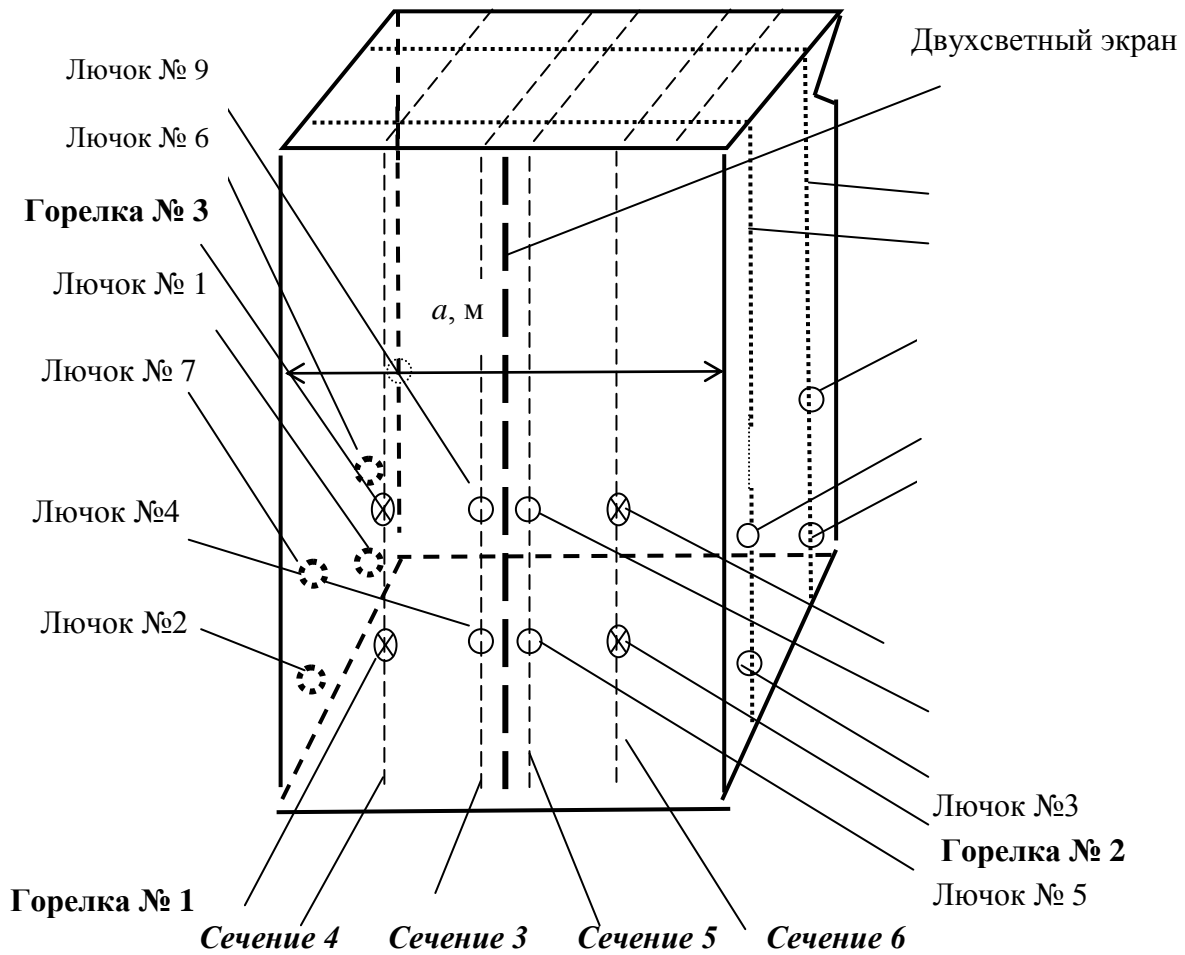


Рис. 4. Схема сечений топок котлов ТГМ-84А № 4 при анализе результатов измерений падающих потоков теплового излучения и температуры факела

⊗ - горелки фронтальной стены топочной камеры, ○ - лючки

На рис. 5 приведены результаты измерений падающих от факела на экраны тепловых потоков по высоте топки h при различных нагрузках для максимальной крутки воздуха в горелках. Значения падающих потоков между отметками от 5 м до 10 м изменяются очень незначительно в сторону увеличения. Значения тепловых потоков, падающих от факела на левый экран, на 17 % меньше значений потоков, падающих от факела на правый экран.

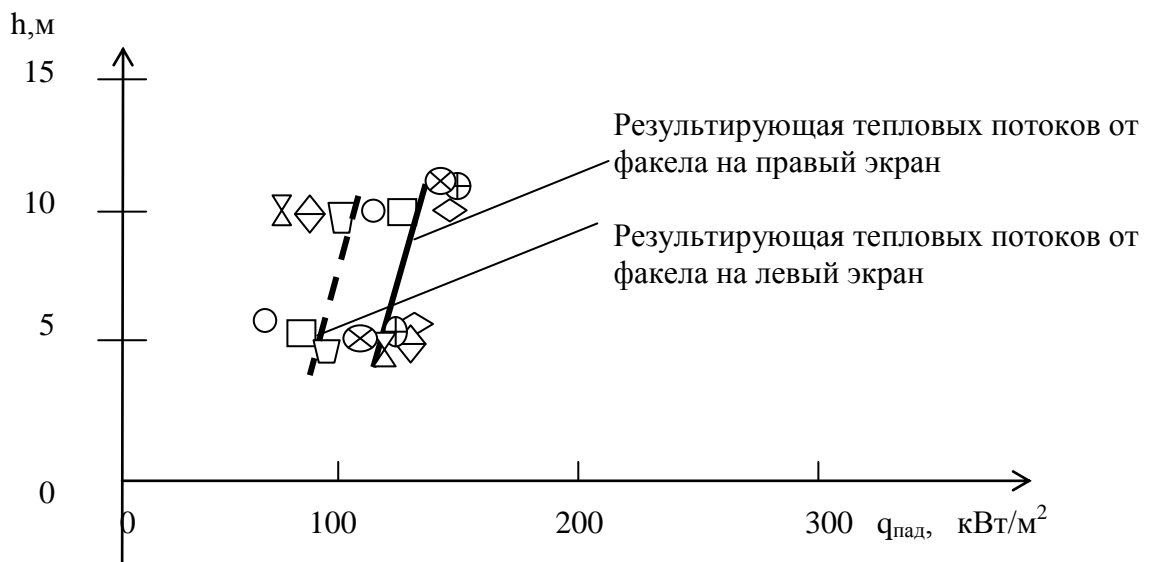


Рис. 5. Зависимость падающих потоков излучения факела $q_{пад}$ от высоты топки h котла ТГМ-84А № 4 НКТЭЦ по измерениям в сечении 2 при максимальной крутке воздуха в горелках (начало скатов холодной воронки соответствует отметке $h=2$ м):

- - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана), нагрузка 405 т/ч крутка – все горелки 3 (см. прилож. 9);
- - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана), нагрузка 405 т/ч крутка – все горелки 3 (см. прилож. 9);
- ◇ - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана), нагрузка 420 т/ч крутка – все горелки 3;
- ◇ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана), нагрузка 420 т/ч крутка – все горелки 3;
- ⊕ - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана), нагрузка 400 т/ч крутка – все горелки 3;
- ⊗ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 400 т/ч крутка все горелки 3;
- ⊗ - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана), нагрузка 380 т/ч крутка – все горелки 3);
- ▽ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана), нагрузка 380 т/ч крутка -- все горелки 3.

Обозначения положения воздухозакручивателей в горелках: 3 – максимальная крутка, то есть прямой проход для воздуха без крутки закрыт.

○ – крутка отсутствует, воздух идет без крутки.

Индекс ц – центральная крутка, индекс п – периферийная основная крутка.

Отсутствие индекса означает одинаковое положение лопаток для центральной и периферийной крутки (или обе крутки в положении О или обе крутки в положении 3).

На рис. 6 приведены значения падающих от факела на экраны потоков по высоте топки при различных нагрузках при частичной отсутствию крутки воздуха в горелках.



Рис. 6. Зависимость падающих потоков излучения факела $q_{пад}$ от высоты точки h котла ТГМ-84А № 4 НкТЭЦ-1 по измерениям в сечении 2 при частичном отсутствии крутки воздуха в горелках (начало скатов холодной воронки соответствует отметке $h=2$ м):

- ▽ - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана) нагрузка 420 т/ч; крутка – 3/Оп, Оп/3;
- - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 420 т/ч; крутка – 3/Оп, Оп/3;
- - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана) нагрузка 400 т/ч; крутка – 3/Оп, Оп/3;
- - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 400 т/ч; крутка – 3/Оп, Оп/3;
- - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана) нагрузка 380 т/ч; крутка воздуха в горелках 1-4: 3п/Оц, О, О, 3п/Оц;
- ▧ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 380 т/ч; крутка воздуха в горелках 1-4: 3п/Оц, О, О, 3п/Оц;
- - сечение 2 (измерения через лючки 3, 8 правого экрана) нагрузка 380 т/ч; крутка воздуха в горелках 1-4: Оц/Оц, Оц/Оц, периферийная – 3п;
- ▧ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 380 т/ч.

Сравнивая результаты по измерениям тепловых потоков в сечении 2 при полной крутке воздуха (см. рис. 5) с результатами, полученными в сечении 2 для условий частичного отсутствия крутки, (см. рис. 6), можно видеть, что частичное отсутствие крутки воздуха в горелках вызывает увеличение падающих тепловых потоков на верхнем уровне лючков в области отметки 10 м. Как и для случая полной крутки воздуха в горелках, при частичном отсутствии крутки наблюдаются более высокие значения падающих тепловых потоков на правый экран, по сравнению с левым. На левый экран падают тепловые потоки, численные значения которых на 23 % меньше, по сравнению со значениями для правого экрана. Значения тепловых потоков, падающих на правый экран на отметке 10 м при частичном отсутствии крутки, в среднем выше на 15 % по сравнению со значениями тепловых потоков при полной крутке воздуха в горелках.

На рис. 7 приведены падающие на экраны тепловые потоки, измеренные в сечении 1 через лючки 1 и 9 левого экрана, при нагрузке 255 т/час при полной крутке 3 воздуха во всех горелках и постепенным уменьшением периферийной (тангенциальной) крутки с сохранением при этом полной центральной (аксиальной) 3ц крутки воздуха во всех горелках.

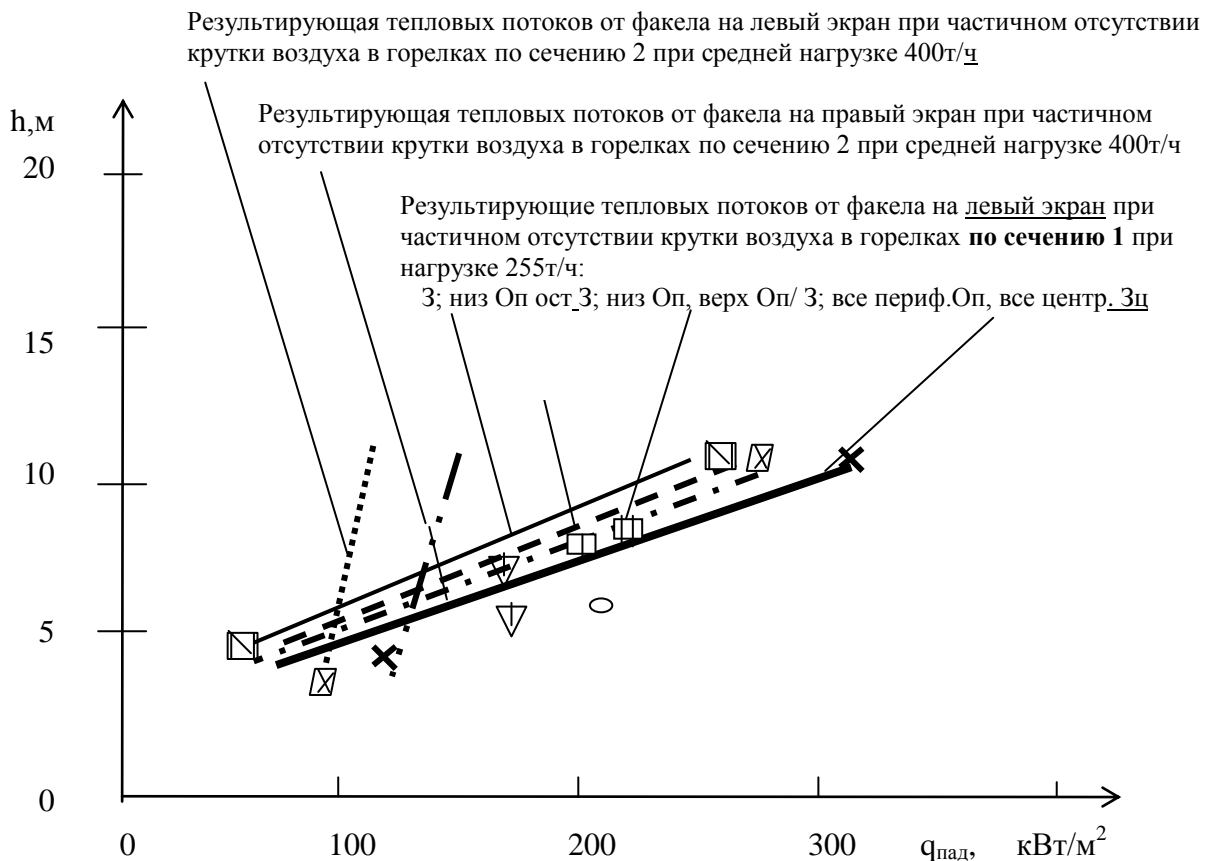


Рис. 7. Зависимость падающих потоков излучения факела $q_{пад}$ от высоты топки h котла ТГМ-84А № 4 НкТЭЦ-1 по измерениям через лючки в сечении 1 при полной крутке и частичном или полном отсутствии тангенциальной (периферийной) крутки воздуха в горелках:

- ▽ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 255 т/ч; для всех горелок крутка 3, т. е. все лопатки центральной и периферийной крутки в положении, когда крутка воздуха в горелках максимальная.
- ⊠ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 255 т/ч; крутка низ Оп, остальное 3, отсутствует тангенциальная крутка в горелках нижнего яруса;
- ⊞ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 255 т/ч; крутка низ Оп/Оп, верх Оп/3.
- ⊗ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 255 т/ч; крутка все периферийные Оп, все центральные 3ц.

На рис. 8 приведена зависимость падающих потоков излучения факела $q_{пад}$ от глубины топки b котла ТГМ-84А № 4 НкТЭЦ-1 для случая максимальной крутки воздуха в горелках 3. По глубине топки b в направлении к заднему экрану падающие от факела на экраны тепловые потоки возрастают в среднем в 1,5 раза.

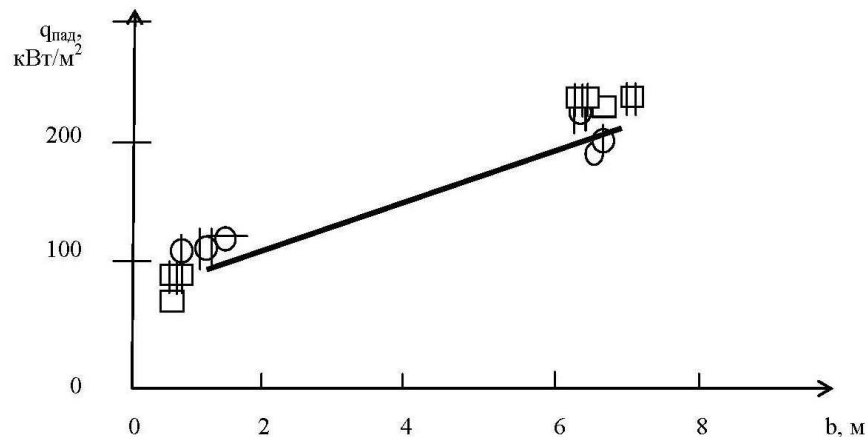


Рис. 8. Зависимость падающих потоков излучения факела $q_{пад}$ от глубины топки b котла ТГМ-84А № 4 НкТЭЦ-1:

- - измерения через лючки 1, 2 левого экрана на отм. 5,5 м при нагрузке 405 т/ч и крутке воздуха 3, т. е. в положении максимального закручивания потока воздуха;
- - измерения через лючки 3, 3-а правого экрана на отм. 5,5 м при нагрузке 405 т/ч и крутке воздуха 3;
- ⊠ - измерения через лючки 6, 7 левого экрана на отм. 9,9 м при нагрузке 405 т/ч и крутке воздуха 3;
- ⊞ - измерения через лючки 8, 8-а правого экрана на отм. 9,9 м при нагрузке 405 т/ч и крутке воздуха 3;
- ⊗ - измерения через лючки 1, 2 левого экрана на отм. 5,5 м при нагрузке 400 т/ч и крутке воздуха 3;
- ⊞ - измерения через лючки 3, 3-а правого экрана на отм. 5,5 м при нагрузке 400 т/ч и крутке воздуха 3;
- ⊠ - измерения через лючки 6, 7 левого экрана на отм. 9,9 м при нагрузке 400 т/ч и крутке воздуха 3;
- ⊗ - измерения через лючки 8, 8-а правого экрана на отм. 9,9 м при нагрузке 400 т/ч и крутке воздуха 3.

На рис. 9 приведена зависимость падающих потоков излучения факела $q_{пад}$ от высоты топки h котла ТГМ-84А № 4 НкТЭЦ-1 по измерениям через лючки левого экрана в сечении 2 при полной крутке и частичном или полном отсутствии аксиальной (центральной) крутки воздуха в горелках. Тангенциальная (периферийная) крутка воздуха в горелках при данной серии экспериментов сохранялась и была максимальной.

Как видно из графиков на рис. 9, значения падающих от факела тепловых потоков изменяются при отсутствии аксиальной (центральной) крутки незначительно по сравнению с изменением периферийной (тангенциальной) крутки. Наибольшее изменение падающих от факела тепловых потоков наблюдается по измерениям через лючки на отметке 5,5 м.

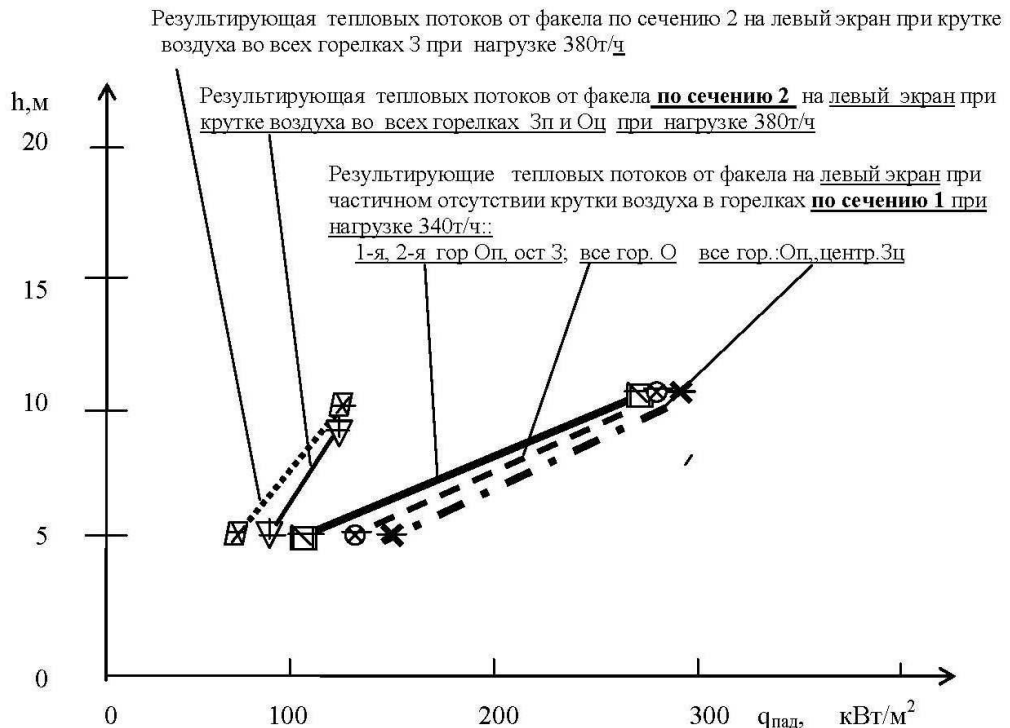


Рис. 9. Зависимость потоков излучения факела $q_{пад}$ от высоты топки h котла ТГМ-84А № 4 НкТЭЦ-1 по измерениям через лючки в сечении 2 при полной крутке и частичном или полном отсутствии аксиальной (центральной) крутки воздуха в горелках (начало скатов холодной воронки соответствует отметке $h=2$ м):

- ▽ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 380т/ч; для всех горелок крутка 3, т. е. все лопатки центральной и периферийной крутки в положении, когда крутка воздуха в горелках максимальная.
- ⊠ - сечение 2 (измерения через лючки 2, 7 левого экрана) нагрузка 380 т/ч; крутка все горелки 3п и Оц аксиальный центральный воздух открыт, т. е. без крутки; периферийный тангенциальный воздух закрыт, т. е. с круткой);
- ⊡ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 340 т/ч. Крутка: 1-я и 2-я горелки Оп, остальное 3;
- ✕ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 340 т/ч; Крутка: 1-я, 2-я, 3-я, 4-я горелки Оп, остальное 3ц;
- ⊗ - сечение 1 (измерения через лючки 1, 6 левого экрана) нагрузка 340 т/ч. Крутка : все закручиватели центральные и периферийные в положение О

Выводы

1. Значения потоков, падающих от факела на левый экран относительно двухсветного экрана при виде с передней стенки топки, на 17 % меньше значений потоков, падающих от факела на правый боковой экран.
2. На отметке 10 м уменьшение тангенциальной крутки увеличивает значения падающих на задние экраны потоков. Отсутствие периферийной крутки с сохранением аксиальной крутки повышает значения падающих на задние экраны потоков на 33 % по сравнению со значениями потоков при работе с полной тангенциальной и аксиальной круткой воздуха во всех горелках.

Литература

1. Таймаров М. А. Практические занятия на ТЭЦ. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2003, 90 с.