۱۳۷۸/۸/۱۵

بنام خدا

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران- سازه های هیدرولیکی

5467

موضوع:

بررسی روند افت انرژی در بازشدگی های ناگهانی جریان های فوق بحرانی با سطح آزاد

استاد راهنما:

آقای دکتر محمد علی بنی هاشمی

استاد مشاور:

آقای دکتر مهدی کوچکزاده

توسط:

علی اویسی

۲۸۰۲۲

تقدیر و قدردانی:

در ابتدا وظیفه خود می دانم که از اساتیدارجمند آقای دکتربنی هاشمی وآقای دکتر کوچک زاده که فرصت این تحقیقات را فراهم نمودند و برای عملی شدن آن از هیچ کمکی فروگذار نکردند، تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از پدرم که در نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی کمک فراوانی نمودند و از همسرم که در طول انجام آزمایشات در آزمایشگاه حضور داشته ومرا یاری دادند تشکر می نمایم.

۲۸۰۲۲

فهرست

عنوان صفحه

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه ای بر تبدیلها

مقدمه ۳

تبدیلها ۳

تبدیلهای ناگهانی ٤

بررسی کلی پایان نامه ۸

خلاصه فصل ۹

فصل دوم: جریانهای زیر بحرانی و فوق بحرانی در تبدیلهای بازشونده

مقدمه ۱۱

خصوصیات جریانهای زیربحرانی در بازشدگی ناگهانی ۱۳

افت انرژی جریانهای زیربحرانی در بازشدگی ناگهانی ۱۹

جریانهای فوق بحرانی در تبدیلها (تاریخچه تحقیقات) ۲۸

تبدیل عریض کننده Rouse ۳۰

جریانهای فوق بحرانی در بازشدگی های ناگهانی (تحقیقات آقای Hager و همکارانشان) ۳۵

خلاصه فصل ٤٦

فصل سوم: نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی

مقدمه ٤۸

مشخصات فلوم ٤۸

تغییرات ایجاد شده در فلوم.....٤٨

ادوات اندازه گیری.....٥٦

مشخصات سرریز.....٥٦

مراحل روش محاسبه دبی به روش حجمی.....٥٧

محاسبه دبی به روش اندازه گیری سرعت و سطح مقطع.....٥٨

ضریب زبری کانال.....٥٩

خلاصه فصل.....٦٠

فصل چهارم: شرح و نتایج آزمایشات

محدوده انجام آزمایشات.....٦٢

نحوه انجام آزمایشات.....٦٣

روش محاسبه کمیات.....٦٥

محاسبه انرژی.....٦٥

خطاها.....٦٨

خلاصه فصل.....٦٩

فصل پنجم: تعمیم و نتیجه گیری

مقدمه.....٧١

مشاهدات کلی جریان.....٧١

روشهای بی بعد کردن کمیات تاثیر گذار بر جریان.....٧٢

ارائه نتایج بی بعد شده برای روند افت انرژی.....٧٩

مکان جبهه موج.....۸۳

نتیجه گیری کلی.....۸۵

ارائه پیشنهاد برای ادامه کار.....۸۵

فهرست

ضمیمه ۱: .جداول کمیات محاسبه شده از اندازه گیری ها

ضمیمه ۲: جدول ضریب α محاسبه شده

پاراگرافهاومطالبی که تیترآنها با علامت " * " مشخص شده در خصوص جریانهای زیر بحرانی می باشند و برای مرور و مقایسه از مرجع ۳ عینا ذکر شده اند.

آدرس ماخذ های آن در مرجع ۳ موجود است.

چکیده:

بازشدگی ناگهانی باجریانهای ورودی فوق بحرانی یکی از اجزاء بسیار مهم آبگیرها، سرریزها و شوتها در مهندسی سد،سیستم های آبیاری، زهکشی و فاضلاب می باشد. روند افت انرژی در این پدیده در طراحی خود بازشدگی، سازه های هیدرولیکی بعد وقبل از آن بسیار مهم است.

افت انرژی در بازشدگی های ناگهانی جریانهای زیربحرانی در موارد بسیاری مورد تحقیق وبررسی قرار گرفته است. اما در خصوص بازشدگی های ناگهانی جریانهای فوق بحرانی به دلیل دشواریهای ناشی از خصوصیات جریانهای فوق بحرانی در آزمایشها، تاکنون تحقیقات زیادی انجام نشده است.از طرفی در معدود تحقیقات انجام شده موضوع افت انرژی به طور خاص مورد توجه نبوده است.

دراین پایان نامه روند اتلاف انرژی جریانی فوق بحرانی با سطح آزاد در اثر یک بازشدگی ناگهانی با نگاه یک بعدی و به صورت عملی مورد بررسی قرار گرفته است. این تحقیق در آزمایشگاه در فلومی با عرض1.0 m باکف ویک دیواره بتنی بسیار صاف و دیواره دیگر از جنس پلکسی گلاس انجام شد.آزمایشات در نسبتهای بازشدگی 1/0.30,1/0.40,1/0.55,1/0.70 ،دبی های بین 20~70 lit/sec واعداد فرودی در محدوده 1.7~4.6 انجام گردید.

نتایج آزمایشها به صورت بی بعد ارائه شده و عوامل مهم در افت انرژی در بازه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. این افت انرژی با افت حاصل از یک جریان متغییر تدریجی که به طور ناگهانی و با حفظ انرژی قبل از بازشدگی به طور یکنواخت در ابتدای بازشدگی جریان یافته، مقایسه شده است.

درنهایت نتایج بدست آمده بادست آورد های Hager & Mazumder(1992) مورد مقایسه قرار گرفته،که به طور نسبی همبستگی های مطلوبی را نشان داد.

فصل اول

مقدمه ای بر تبدیلها

مقدمه:

در این فصل به عنوان مقدمه به تعریف انواع تبدیل، ذکر خصوصیات جریانهای قبل و بعد از آنها و تاثیر تبدیلها بر این جریانها پرداخته شده و نمودار مربوط به فرمول بندی تئوری تبدیلها نیز ارائه شده است . در پایان موضوعات فصول مختلف این پایان نامه مرور شده است.

تبدیلها (Transitions) :

تبدیلها عبارتند از سازه های هیدرولیکی نسبتا کوتاهی که برای تغییر سطح مقطع ویا شکل جریان، مورد استفاده قرار می گیرند. تبدیلها می توانند با سطح آزاد ویا تحت فشار ساخته شوند. بسته به نوع تبدیل خصوصیات جریان عبور کننده از آن تغییرمی یابد. نوعی از این تبدیلها که باعث افزایش عرض مقطع می شوند، به تبدیل عریض کننده(Expansion) موسوم هستند.این نوع تبدیلها در بسیاری از سازه های هیدرولیکی ساخت بشر از جمله در آبگیرها، سرریزها و شوتها که در مهندسی سد، سیستم های زهکشی، آبیاری و فاضلاب به کار می رود مورد استفاده قرار می گیرد.

درمواردی که افت انرژی در عبور از تبدیل مطلوب نیست تبدیل طوری انتخاب می شود که تا حد امکان از اغتشاش و جداشدگی خطوط جریان جلوگیری شده و افت انرژی در عبور از تبدیل کاهش یابد و در مواقعی نیز ممکن است این افت از اهمیت خاصی برخوردار نباشد یا حتی مطلوب باشد (به طور مثال در حوضچه های آرامش بازشونده (Expandin Stilling basin) در این موارد سعی می شود تا حد امکان طول تبدیلها را کوتاه کرد وبه تبدیلهای ناگهانی روی آورد.

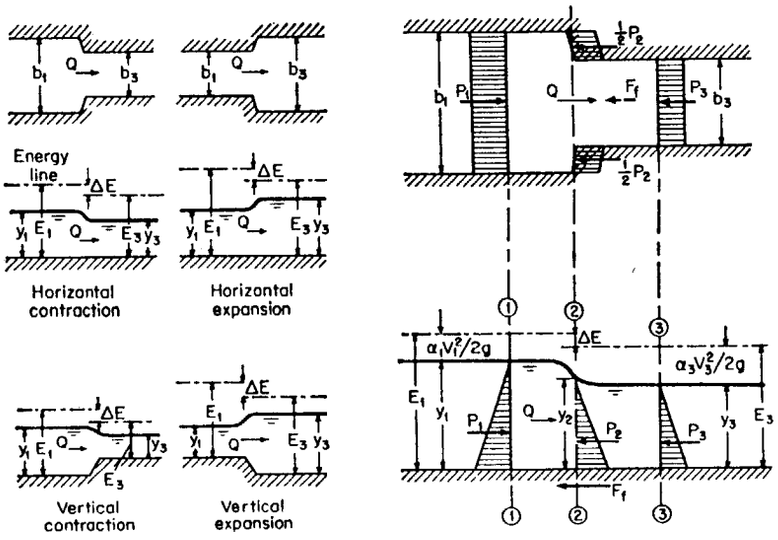
تبدیلهای ناگهانی(Abrupt Transitions):

تبدیلهای ناگهانی عبارتند از تبدیلهایی که در فاصله نسبتا کوتاهی باعث تغییر خصوصیات بستر عبوری جریان میشود. نوعی از این تبدیلها عبارتند از تبدیلهای بازشونده ناگهانی (Abrupt Expansions) که موضوع تحقیق این پایان نامه نیز می باشد.

*جریان در تبدیلها می توانند از نوع دائمی یا غیر دائمی باشندکه در این تحقیق جریانها به صورت دائمی بررسی شده اند. با توجه به تقسیم بندی جریانهای دائمی، جریانها در تبدیلها می توانند، متغیرتدریجی یا متغیر سریع باشند. در بازشدگی های ناگهانی در کانالهای باز با جریان زیر بحرانی می توان نوع جریان را متغیر تدریجی فرض کرد، زیرا خطوط جریان تقریبا موازی هستند و انحنا این خطوط بیش از اندازه نیست. جریان در محل بازشدگی به علت سرعت کم نسبت به جریان فوق بحرانی، به آرامی توسعه می یابد و خطوط جریان انحنای زیادی پیدا نمی کنند.

تغییرات شدید خصوصیات جریان در برخی از تبدیلها آن ها را به جریان متغیر سریع تبدیل می کند، که احتمال وقوع موج ویا آشفتگی نیز افزایش خواهدیافت. این نوع جریان را می توان در سرریزها، دریچه ها و کانالهایی با انحنای عمودی و افقی زیاد مشاهده کرد. در این جریان مؤلفه های عمودی شتاب قابل صرف نظر کردن نیستند و توزیع فشار در این مقاطع توزیع هیدرواستاتیک نخواهد بود.در بررسی موضعی جریانهای فوق بحرانی در بازشدگی ناگهانی می توان آن را از نوع جریان متغیر سریع دانست. در این جریان ها، خطوط جریان دارای انحنای زیادی است و گاهی این انحنا به قدری افزایش می یابد که پروفیل عرضی سطح آب را می شکند و ایجاد آشفتگی زیادی می نماید. با توضیحات بالا یکی از مشکلات آزمایشات بر روی این پدیده مشخص می شود که همانا اغتشاش بیش از حد، موجهای عرضی موجود و غیر یک بعدی بودن جریان است. البته در این پایان نامه سعی شده با نگاهی ساده یک بعدی به این پدیده نگریسته شود و تا حد امکان پدیده ها به صورت

ساده و کاربردی توجیه شوند. در ادامه با ارائه قانون بقای ممنتوم به بررسی خصوصیات جریان عبوری از بازشدگی ناگهانی می پردازیم. البته این فرمولها در شرایط خاصی ارائه می شوند که بیشتر جنبه بازنگری و یادآوری دارند زیرا این شرایط تا حدود زیادی در مورد تحقیقات انجام گرفته صادق نیستند.



شکل (۱-۱) بازشدگی ناگهانی و (۲-۱) تنگ شدگی ناگهانی . (مرجع ۵)

در تنگ شدگی افقی شکل (۲-۱)، با نوشتن معادله ممنتوم در مقاطع ۱-۱، ۲-۲ و ۳-۳ داریم.

$$\frac{Q\gamma}{g}(\beta_3 V_3 - \beta_1 V_1) = P_1 - P_2 - P_3 - F_f$$
$$= \frac{1}{2}\gamma b_1 y_1^{\,2} - \frac{1}{2}\gamma(b_1 - b_3)y_2^{\,2} - \frac{1}{2}\gamma b_3 y_3^{\,2} - F_f \qquad .....(۱-۱)$$

که در رابطه فوق γ : وزن مخصوص سیال Q : دبی جریان عبوری، V: سرعت در مقاطع، β: ضریب توزیع سرعت، F_f نیروی اصطکاک در کانال، b: عرض کانال و P : نیروی فشاری است. در بحث های تئوری، $\beta_1 = \beta_3 = 1$ و $F_f = 0$ و $y_2 = y_3 = 1$ فرض می شود. از معادله پیوستگی داریم:

$$Q = V_1 b_1 y_1 = V_3 b_3 y_3$$

پس با استفاده از موارد فوق، معادله (۱-۱) به صورت زیر تبدیل می شود:

$$F_1^2 = \frac{(\frac{y_3}{y_1})[(\frac{y_3}{y_1})-1]}{2[(\frac{y_3}{y_1})-(\frac{b_3}{b_1})^{-1}]} \quad .....(۱-۲)$$

که در رابطه فوق F_1^2 مجذورعدد فرود ورودی وبرابر $\frac{V_1^2}{gy_1}$ اسـت. ایـن معادلـه را مـی تـوان رسـم کـرد. (شکل (۳-۱)) که درآن $\frac{b_3}{b_1}$ به عنوان یکی از متغیر ها مورد استفاده قرار گرفته است. این دسته ای از منحنی ها شبیه هذلولی های طویل رسم می شوند که مشخصات زیر را دارند:

۱- منحنی ها فقط برای مقادیر مثبت F_1 و $\frac{y_3}{y_1}$ به کار می روند.

۲- همه هذلولی ها از نقاط $(F_1=0,\frac{y_3}{y_1}=0)$ و $(F_1=0,\frac{y_3}{y_1}=1)$ می گذرند و مماس به خط عمـودی $\frac{y_3}{y_1}=\frac{b_1}{b_3}$ هستند.

۳- حالت خاص $\frac{b_3}{b_1}$=1 ، پرش هیدرولیکی در یک کانال منشوری را نشان مـی دهـد و بـه وسـیله منحنـی زیر نمایش داده می شود.

$$F_1^2 = 0.5(\frac{y_3}{y_1})[(\frac{y_3}{y_1})+1] \quad .....(۱-۳)$$

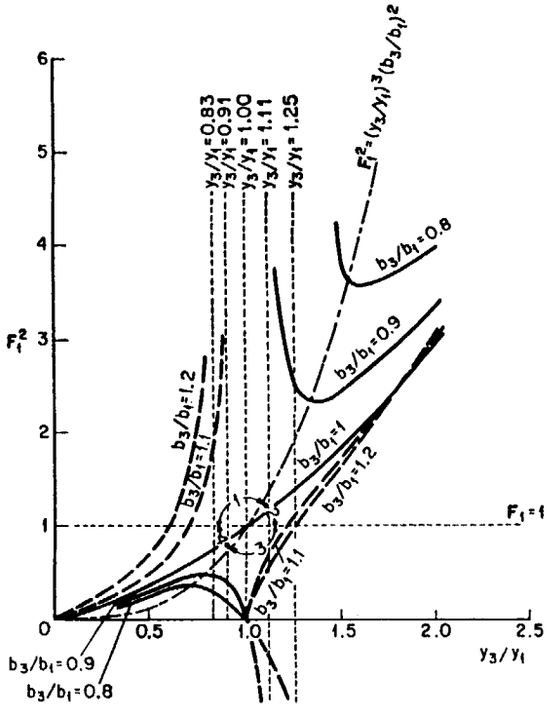
٤- جریان در بالادست در ناحیه بالای خط افقی $F_1^2=1$ یـا $F_1=1$ فـوق بحرانـی و زیـر ایـن خـط زیـر بحرانی است. جریان در پایین دست،در ناحیه زیر منحنی $F_1^2=(\frac{y_3}{y_1})^3(\frac{b_3}{b_1})^2$ زیـر بحرانـی و بـالای ایـن خط فوق بحرانی است. در نتیجه چهار ناحیه در شکل با رژیم های زیر تولید می شود:

رژیم ۱: جریان در سراسر تبدیل فوق بحرانی می باشد. (نوع جریـان مربـوط بـه آزمـایش هـای ایـن پایـان نامه)

رژیم ۲: جریان در تبدیل از فوق بحرانی به زیر بحرانی تبدیل می گردد .

رژیم ۳: جریان در سراسر تبدیل زیر بحرانی می باشد.

رژیم ٤: جریان در تبدیل از زیر بحرانی به فوق بحرانی تبدیل می گردد.



شکل (۳-۱): نمودار F_1^2 در مقابل $\frac{y_3}{y_1}$ برای پارامتر $\frac{b_3}{b_1}$ مختلف در تبدیل های افقی (مرجع ٥)

در قسمتهایی از منحنیهای نمایش شده جریان نمی تواند به صورت واقعی اتفاق بیفتد، برای پیدایش آنها نیاز به افزایش انرژی است، که این متناقض با اصل بقای انرژی است، چون انرژی جریان عبوری از تبدیل کم می شود. اختلاف بین انرژی های قبل و بعد از تبدیل برابر است با(مرجع ۳):

$$\Delta E = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} - y_3 - \frac{V_3^2}{2g} \quad .....(۱-٤)$$

$$\frac{\Delta E}{y_1} = 1 + \frac{F_1^2}{2} - [\frac{y_3}{y_1} + \frac{F_1^2}{2(\frac{y_3}{y_1})^2(\frac{b_3}{b_1})^2}] \quad .....(۱-٥)$$

با کاربرد این معادله در قسمتی از منحنی ها، اگر مقدار ΔE محاسبه شده منفی باشد جریان امکان پیدایش ندارد. در بیان مسائل عملی β_3, β_1 دقیقا مساوی واحد نیست و y_2 می تواند بین y_3 و y_1 باشد. در مواردی این اختلاف چنان زیاد است که فرمولهای بالا قابل استفاده نیستند.

با یک آنالیز مشابه معادله به شرح زیر را می توان برای یک بازشدگی افقی نوشت (با فرض $y_2 = y_1$). این معادله بوسیله منحنی های نقطه چین در تصویر ۳-۱ نمایش داده می شود. البته این فرمولاسیون جواب های نسبتا خوبی برای جریانهای زیر بحرانی ارائه می دهد، ولی در مورد جریان فوق بحرانی قابل استفاده نخواهند بود زیرا فرضیاتی که برای بدست آوردن فرمولها بکاررفته اند در مورد جریان فوق بحرانی صادق نیستند.

$$F_1^2 = \frac{(\frac{b_3}{b_1})(\frac{y_3}{y_1})[1-(\frac{y_3}{y_1})^2]}{2[(\frac{b_3}{b_1})^{-1}-(\frac{y_3}{y_1})]} \quad .....(۱-۶)$$

بررسی کلی پایان نامه:

همانطور که اشاره شد هدف از این پایان نامه بررسی روند افت انرژی در بازشدگی های ناگهانی در جریان های فوق بحرانی با سطح آزاد می باشد. تلاش شده که این هدف از طریق تحقیقات آزمایشگاه تحقق پیدا کند. در این پایان نامه سعی بر این است که تا حد امکان از پیچیدگی جریان به وجود آمده بعد از تبدیل صرف نظر شده و به صورت یک بعدی به این پدیده نگریسته شود، تا نتایج حاصله را بتوان در فرمول بندی جریان های یک بعدی کانالهای باز مورد استفاده قرار داد.

در بخشهای مختلف این پایان نامه توضیحاتی در مورد خصوصیات جریان (زیر بحرانی و فوق بحرانی) در تبدیلها و به خصوص بازشدگی ها و بازشدگیهای ناگهانی و تحقیقات انجام شده بر روی این پدیده ها ارائه شده است. این پایان نامه حاوی پنج فصل است، فصل اول شامل توضیحاتی در مورد تبدیل و تقسیم بندی جریانهای عبوری از تبدیلها میباشد. در فصل دوم جریانهای زیر بحرانی و فوق بحرانی در بازشدگی های

ناگهانی مورد بررسی قرار گرفته و با هم مقایسه گردیده است. فصل سوم به توضیحاتی در مورد نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاه اختصاص داده شده است. در فصل چهارم نتایج آزمایشها ارائه گردیده و در نهایت در فصل پنجم تعمیم، مقایسه و نتیجه گیری کلی آورده شده است..

خلاصه این فصل:

در این فصل به تعریف تبدیل و به طور خاص تبدیل ناگهانی پرداخته شد. خصوصیات جریانهای عبوری از تبدیلها مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به فرضیات حاکم دسته بندی شد. با نظر به دسته بندی ارائه شده جریان فوق بحرانی عبوری از یک بازشدگی ناگهانی (جریان مورد بررسی در این پایان نامه) به صورت دائمی متغیر سریع در نظر گرفته شد، و در خاتمه هدف از این پایان نامه بیان، وفصول مختلف مرور گردید.

فصل دوم

جریانهای زیربحرانی و فوق بحرانی در تبدیلهای بازشونده