ઘણા લોકો લોન્ચ સમયે દેખાતા વિશાળ સફેદ વાદળને ધુમાડો માને છે, પરંતુ તેમાંનો મોટો ભાગ આ જ પાણીની વરાળ હોય છે. રોકેટની ગરમીને કારણે પાણી ક્ષણોમાં ઉકળી જાય છે અને સફેદ વરાળનું વિશાળ વાદળ બનાવે છે.

જ્યારે કોઈ રોકેટ આકાશમાં પ્રસ્થાન કરે છે ત્યારે લોન્ચપેડની આસપાસ અચાનક વિશાળ સફેદ ધુમાડા કે વાદળ જેવી રચના દેખાય છે. ઘણા લોકોને લાગે છે કે આ માત્ર બળતણ બળવાથી નીકળતો ધુમાડો હશે, પરંતુ હકીકતમાં આ દૃશ્ય પાછળ અત્યંત રસપ્રદ વિજ્ઞાન કાર્યરત હોય છે. રોકેટ લોન્ચ દરમિયાન દેખાતો સફેદ "ધુમાડો" મુખ્યત્વે પાણીની વરાળ, અતિશીતળ વાયુઓના સંઘનન અને કેટલાક કિસ્સામાં રાસાયણિક કણોનું મિશ્રણ હોય છે. ખાસ કરીને આધુનિક અવકાશયાનોમાં આ ઘટના પૃથ્વીના વાતાવરણ, અતિશય ગરમી અને અતિશય ઠંડક એમ બંનેની સંયુક્ત અસરથી બને છે.

રોકેટ લોન્ચ વખતે દેખાતો સફેદ ધુમાડો ખરેખર શું હોય છે?

ઘણા લોકો લોન્ચ સમયે દેખાતા વિશાળ સફેદ વાદળને ધુમાડો માને છે, પરંતુ તેમાંનો મોટો ભાગ આ જ પાણીની વરાળ હોય છે. રોકેટની ગરમીને કારણે પાણી ક્ષણોમાં ઉકળી જાય છે અને સફેદ વરાળનું વિશાળ વાદળ બનાવે છે

સાયન્સ એન્ડ નોલેજ

★ ધનંજય રાવલ

સ્પેસ લોન્ચ સીસ્ટમ અથવા સ્પેસ શટલ જેવા ઘણા મોટા રોકેટોમાં લિક્વિડ હાઈડ્રોજન અને લિક્વિડ ઓક્સિજન જેવા ક્રાયોજેનિક ઈંધણનો ઉપયોગ થાય છે. જ્યારે આ બળતણ એન્જિનમાં સળગે છે ત્યારે તેનું મુખ્ય ઉત્પાદન પાણીની વરાળ બને છે. રોકેટના એન્જિનમાંથી નીકળતી આ અત્યંત ગરમ વરાળ આસપાસની ઠંડી હવામાં ઝડપથી ઠરી જાય છે અને વિશાળ સફેદ વાદળ જેવું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે એટલે કે લોન્ચ વખતે દેખાતો મોટો ભાગ ખરેખર "ધુમાડો" નહીં પરંતુ શુદ્ધ પાણીની વરાળ હોય છે. રોકેટના બાહ્ય ભાગની આસપાસ પણ સતત સફેદ ધુમ્મસ જેવું દેખાય છે. તેનું કારણ રોકેટની અંદર ભરાયેલા અતિશીતળ પ્રવાહી છે. ઉદાહરણ તરીકે લિક્વિડ ઓક્સિજનનું તાપમાન આશરે માઈનસ 183 ડિગ્રી સેલ્સિયસ હોય છે. જ્યારે એટલી ઠંડી ટાંકીઓ ગરમ અને ભેજવાળી હવામાં આવે છે ત્યારે હવામાં રહેલી ભેજ તરત જ સંઘનિત થઈને ધુમ્મસ કે બરફ જેવા વાદળનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે, એટલે લોન્ચ પહેલાં રોકેટની આસપાસ દેખાતો સફેદ ધુમાડો ઘણીવાર પૃથ્વીની હવામાં રહેલી ભેજનો જ પરિણામ હોય છે.

કેટલાક રોકેટોમાં "સોલિડ રૉકેટ બૂસ્ટર" પણ વપરાય છે. આવા બૂસ્ટરોમાં એલ્યુમિનિયમ આધારિત ઘન ઈંધણ સળગે છે. તેના કારણે એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડના અતિસૂક્ષ્મ કણો, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ, નાઈટ્રોજન અને હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ જેવા પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે. આ પ્રકારનો ધુમાડો થોડો પીળાશવાળો કે ઘાટો સફેદ દેખાઈ શકે છે. જૂના Ariane 5 અને સ્પેસ શટલ જેવા અવકાશયાનોમાં આવા ધુમાડા વધુ સ્પષ્ટ જોવા મળતા હતા.

રોકેટ લોન્ચ દરમિયાન સૌથી મોટી સમસ્યાઓમાંની એક માત્ર ગરમી કે ધક્કો નથી, પરંતુ અત્યંત પ્રચંડ અવાજ પણ છે. જ્યારે રોકેટના એન્જિન પ્રજ્વલિત થાય છે ત્યારે લાખો ન્યુટન શક્તિ સાથે ગરમ વાયુઓ નીચેની તરફ ફેંકાય છે. આ પ્રક્રિયામાં એટલા જોરદાર ધ્વનિતરંગો ઉત્પન્ન થાય છે કે તેનો અવાજ 180 ડેસિબલથી પણ વધુ થઈ શકે છે. સરખામણી કરીએ તો જેટ વિમાનનો અવાજ આશરે 140 ડેસિબલ આસપાસ હોય છે. એટલે રોકેટ લોન્ચનો અવાજ માનવ કાન માટે જ નહીં પરંતુ રોકેટ માટે પણ ખતરનાક બની શકે છે. આ પ્રચંડ ધ્વનિતરંગો લોન્ચપેડ અને આસપાસની સપાટીઓ સાથે અથડાઈને પાછા પરાવર્તિત થાય છે. જો આ તરંગો સીધા રોકેટના તળિયા અથવા તેની અંદરના ઉપગ્રહો સાથે અથડાય તો તેઓમાં ભારે કંપન ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. પરિણામે ઈલેક્ટ્રોનિક સિસ્ટમો, ઈંધણ ટાંકીઓ અથવા સંવેદનશીલ વૈજ્ઞાનિક સાધનોને નુકસાન પહોંચી શકે છે. આ જોખમ ઘટાડવા માટે "સાઉન્ડ સપ્રેશન સિસ્ટમ" બનાવવામાં આવે છે.

આ સિસ્ટમનું મુખ્ય કાર્ય ધ્વનિતરંગોની શક્તિ ઘટાડવાનું છે. તેના માટે લોન્ચ પહેલાં વિશાળ માત્રામાં પાણી લોન્ચપેડ પર છોડવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિને "વોટર ડેલ્યુજ સિસ્ટમ" પણ કહેવામાં આવે છે. પાણી છોડવાનું કાર્ય સામાન્ય રીતે રોકેટ ઉડાન ભરે તે પહેલાં લગભગ 10 સેકન્ડથી શરૂ થાય છે. કેટલાક લોન્ચપેડ પર માત્ર એક મિનિટમાં લાખો લીટર પાણી છોડવામાં આવે છે. પાણી અહીં ખૂબ જ રસપ્રદ રીતે કાર્ય કરે છે. જ્યારે રોકેટના ગરમ એક્ઝોસ્ટ વાયુઓ પાણી સાથે અથડાય છે ત્યારે પાણીનો મોટો ભાગ તરત જ વરાળમાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. આ પ્રક્રિયામાં પાણી ધ્વનિતરંગોની ઊર્જાનો મોટો ભાગ શોષી લે છે. સરળ ભાષામાં કહીએ તો પાણી અવાજ માટે "કુશન" તરીકે કામ કરે છે. તે ધ્વનિતરંગોને તોડી નાંખે છે અને તેમના પરાવર્તનને ઘટાડે છે.

આ ઉપરાંત પાણી લોન્ચપેડને ઠંડુ રાખવામાં પણ મદદ કરે છે. રોકેટના એન્જિનોથી નીકળતી જ્વાળાનું તાપમાન હજારો ડિગ્રી સેલ્સિયસ સુધી પહોંચી શકે છે. જો પાણી ન હોય તો લોન્ચપેડની કોંક્રીટ અને ધાતુઓ તૂટી શકે અથવા પીગળી શકે. તેથી પાણી અવાજ ઘટાડવા ઉપરાંત ગરમીથી સુરક્ષા પણ આપે છે. "ડેલ્યુજ" શબ્દનો અર્થ થાય છે "અચાનક ભારે પ્રમાણમાં પાણીનો પ્રવાહ". રોકેટ લોન્ચ પહેલાં માત્ર થોડા સેકન્ડોમાં લાખો લીટર પાણી લોન્ચપેડ પર છોડવામાં આવે છે. આ પાણી વિશાળ પાઈપો, ટાંકો અને નોઝલ દ્વારા ખૂબ જ ઝડપથી બહાર ફેંકવામાં આવે છે. કેટલાક લોન્ચપેડ પર તો એક મિનિટ કરતાં ઓછા સમયમાં લાખો લીટર પાણી વહેંચાઈ જાય છે. જુઓ આ લીંક.

https://youtu.be/zFve9BrKj7k?si=gMtCsJmm7BGyMQ4J

જ્યારે રોકેટના એન્જિનમાંથી નીકળતી અગ્નિજ્વાળાઓ આ પાણી સાથે અથડાય છે ત્યારે પાણી તરત જ વરાળમાં ફેરવાઈ જાય છે. આ પ્રક્રિયામાં પાણી ખૂબ મોટી માત્રામાં ઊર્જા શોષી લે છે. પરિણામે લોન્ચપેડની સપાટીનું તાપમાન ઘટે છે અને કોંક્રીટ કે ધાતુઓ તૂટી જવાની શક્યતા ઓછી થાય છે. એટલે પાણી એક પ્રકારની "ઠંડક ઢાલ" તરીકે કાર્ય કરે છે. ઘણા લોકો લોન્ચ સમયે દેખાતા વિશાળ સફેદ વાદળને ધુમાડો માને છે, પરંતુ તેમાંનો મોટો ભાગ આ જ પાણીની વરાળ હોય છે. રોકેટની ગરમીને કારણે પાણી ક્ષણોમાં ઉકળી જાય છે અને સફેદ વરાળનું વિશાળ વાદળ બનાવે છે.

...અનુસંધાન પાના નં. 12